

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Юбилейная средняя общеобразовательная школа»

Рассмотрена на  
педагогическом совете  
школы  
Протокол №11  
от «31» августа 2022

Утверждена  
директором  
Е.А. Низамиева  
Приказ № 206 от «01 сентября» 2022



Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
**«Малая беспилотная авиация»**  
Технической направленности  
Возраст 10-16 лет

Составитель: педагог дополнительного образования  
Габдрахманова Эльмира Мусавировна

Пирогово, 2022

## Пояснительная записка

Когда речь заходит о квадрокоптерах, большинство из нас представляет себе устройство с достаточно скромными характеристиками — скорее игрушку на радиоуправлении, чем что-то, достойное наименования «беспилотный летательный аппарат». У многих вызывают недоумение, им трудно поверить, что на базе этих игрушек можно построить что-то серьёзное.

Тем не менее, технологии, лежащие в основе квадрокоптеров — аккумуляторы, навигационное оборудование, бортовые компьютеры — развиваются очень быстро.

Современные профессиональные беспилотники с четырьмя роторами очень сильно отличаются от любительских игрушек. Они способны летать под проливным дождём, в мороз и жару, они могут продержаться в воздухе около часа, а управлять ими сможет даже ребёнок.

Однако, квадрокоптеры до сих пор не вошли в повседневную жизнь обычного человека, хотя военные достаточно давно применяют различные конфигурации квадрокоптеров для решения различных задач.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Квадрокоптеры» является программой по беспилотным летательным аппаратам и имеет **техническую направленность**, она реализует развивающие функции технического творчества, так как в наше время робототехники и компьютеризации, ребенка необходимо учить разбираться в сложных технологиях, которые он сам может использовать, разбираться в устройстве аппаратов, следить за их правильной работой и совершенствоваться.

Квадрокоптер – летающий робот, с четырьмя винтами, управляющийся дистанционно. Квадрокоптеры – это уже не просто игрушка детей нового поколения, это новый этап эволюции робототехники. Возможность применения квадрокоптеров безгранична. Их уже сегодня используют во всех сферах человеческой жизни: от военной до бытовой.

**Актуальность** развития этой темы заключается в том, что в настоящий момент в России развиваются nano технологии, механика, электроника и программирование. Успехи страны в XXI веке будут определять не природные ресурсы, а уровень интеллектуального потенциала, который определяется уровнем самых передовых на сегодняшний день технологий.

**Педагогическая целесообразность.** Курс по созданию квадрокоптеров для школьников интересен тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. Занимаясь по данной программе, обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также его роль в развитии народного хозяйства. На занятиях ученики сами смогут собрать летающее устройство и научатся им управлять.

**Отличительные особенности** беспилотных технологий заключается в возможности объединить конструирование и программирование в одном

курсе, что способствует интегрированию преподавания информатики, математики, физики, черчения, естественных наук с развитием инженерного мышления, через техническое творчество.

Техническое творчество – мощный инструмент синтеза знаний, закладывающий прочные основы системного мышления. Таким образом, инженерное творчество и лабораторные исследования – многогранная деятельность, которая должна стать составной частью повседневной жизни каждого обучающегося.

Обучение пилотированию квадрокоптера позволяет:

- Видеть реальный результат своего обучения и своей работы;
- Проявлять повышенное внимание культуре и этике общения;
- Распределять обязанности в своей группе;
- Совместно обучаться в рамках одной группы.

**Новизна.** Профессия оператор квадрокоптеров сегодня входит в топ-50 самых востребованных профессий в мире. В ходе подготовки по данной программе обучающиеся получают теоретические знания и практические навыки, которые позволят им управлять квадрокоптерами в различных погодных условиях, проводить видео и фотосъёмку объектов с различной высоты, поддерживать видеосвязь с летательными аппаратами, производить запись, обобщение и передачу информации, полученной от квадрокоптеров, для её дальнейшего применения.

**Адресат программы.** Программа ориентирована на учащихся 12-16 лет с базовыми навыками работы с компьютером. Наполняемость учебной группы: 8 человек.

**Объем и сроки реализации программы.** Общее количество часов: в год – 114 часов, в неделю – 4 часа. Длительность учебного часа – 45 минут.

**Срок освоение программы:** Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Малая беспилотная авиация» рассчитана на 1 год обучения.

**Преимущество программы с предметными программами:**

Предмет школьного курса	Тема в школьной программе	Дополнительное образование
Геометрия	Геометрические фигуры	решать практические задачи с применением простейших свойств фигур.
Математика	Статистика и теория вероятностей	извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, представленную в таблицах и на диаграммах, отражающую свойства и характеристики реальных процессов и явлений.
Физика	Охрана труда	соблюдать правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
Информатика	Математические основы информатики	классифицировать файлы по типу и иным параметрам; выполнять основные операции с файлами (создавать, сохранять, редактировать, удалять, архивировать, «распаковывать» архивные файлы).
Технология	Проектирование	выявлять и формулировать проблему, требующую технологического решения;

		проводить и анализировать разработку и/или реализацию технологических проектов.
--	--	---

**Режим занятий:** 2 раза в неделю по 2 часа с 10-минутным перерывом.

**Формы организации деятельности учащихся:**

- групповые занятия;
- работа по подгруппам;
- индивидуальные занятия (с наиболее одаренными детьми).

**Технологии обучения:** Для успешной реализации программы используются различные методы: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, частично поисковый, метод практической деятельности, метод проектной деятельности, метод проблемного обучения.

**Цель и задачи программы**

**Цель программы:** формирование компетенций в области беспилотных авиационных систем, развитие творческого и научно-технического потенциала учащихся путем организации проектной деятельности, в рамках создания беспилотного летательного аппарата.

**Задачи программы:**

1. Научить работать с зарядными устройствами, сборке и настройке беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), установке видеоборудования на коптер.
2. Научить совершать полёт на симуляторе, совершать учебный полёт, устанавливать полёт «от первого лица», пилотировать с использованием FPV-оборудования.
3. Научить ориентироваться в информационном пространстве и работать в команде.
4. Развить навыки учащихся в научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности.

**Ожидаемый результат реализации.**

После прохождения курса дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Квадрокоптеры» учащиеся **должны знать:**

- устройство и принцип действия квадрокоптеров;
- способы обновления программного обеспечения полетного контроллера;
- основные компоненты конструкторов Геоскан Пионер и PIONEER KNIGHT 2MP;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себе графический язык программирования; виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- основные приёмы сборки компонентов; понимать принцип действия и устройство квадрокоптера;
- конструктивные особенности узлов квадрокоптера;
- способ передачи программы в полётный контроллер; правила безопасной работы с инструментом;
- правила безопасного управления квадрокоптером.

После прохождения курса дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Квадрокоптеры» учащиеся **должны уметь:**

- ✓ самостоятельно решать технические задачи в процессе работы с квадрокоптером;
- ✓ вносить свои изменения в конструкцию или настройки коптера, адаптируя его под выполнение поставленной задачи;
- ✓ планировать ход выполнения задания; свободно управлять моделями квадрокоптеров: PIONEER KNIGHT 2MP, комплекс Геоскан Пионер;
- ✓ производить аэрофото и видеосъемку;
- ✓ использовать аппарат для простейших сельскохозяйственных нужд;
- ✓ соблюдать правила безопасного управления БПЛА (беспилотными летательными аппаратами).

При дистанционном обучении, воспользуемся программами платформами в контакте, zomn.

### Учебный план

Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
	всего	в том числе		
		теория	практика	
<b>Вводное занятие</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	Наблюдение
<b>I Раздел «Теория мультироторных систем»</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	
1.1 Знакомство с конструктором	3	2	2	Опрос
1.2 Детали и узлы квадрокоптера	3	2	2	Опрос
1.3 Полёты на симуляторе	4	1	1	Опрос, наблюдение
<b>II. Раздел «Монтаж квадрокоптера. Настройка квадрокоптера для полётов»</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	
2.1. Сборка квадрокоптера	5	2	2	Наблюдение
2.2 Настройка квадрокоптера	5	2	2	Опрос, наблюдение
2.3 Пробный запуск	5	2	2	Опрос, наблюдение
2.4 Учебные полёты	5	4	4	Наблюдение
<b>III. Раздел «Программированный полёт»</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	
3.1. Программированный полёт в помещении	15	3	12	Опрос, наблюдение
3.2. Программированный полёт на улице	15	3	12	Опрос, наблюдение
<b>IV. Раздел «Квадрокоптер PIONEER KNIGHT 2MP»</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
4.1. Настройка, установка, подключение оборудования	3	2	1	Наблюдение
4.2 Использование оборудования для фото и видеосъёмки	3	2	1	Наблюдение
<b>Итоговое занятие</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>Опрос</b>
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>26</b>	<b>46</b>	

## Содержание программы

Название раздела, темы	Теория	Практика
<b>Вводное занятие</b>		
«Введение в образовательную программу. Техника безопасности»	Цели и задачи коллектива. Формы предстоящей работы. Знакомство с режимом работы творческого объединения. Ознакомление с основными разделами и темами программы. Знакомство с техникой безопасности.	Знакомство с техникой безопасности.
<b>Раздел I. «Теория мультироторных систем»</b>		
1.1. «Знакомство с конструктором».	История развития квадрокоптеров. Знакомство с деталями конструктора.	Знакомство с деталями конструктора
1.2. «Детали и узлы квадрокоптера».	Литий-полимерные аккумуляторы. Бесколлекторные двигатели. Воздушные винты. Полетный контроллер. Приёмник. Пульт управления. Регулятор скорости.	Зарядка, разрядка, балансировка, хранение литий-полимерных аккумуляторов. Эксплуатация воздушных винтов. Принцип функционирования полётного контроллера. Принцип работы аппаратуры управления.
1.3. «Полёты на симуляторе».	Теория полётов. Принцип работы симулятора.	Работа на симуляторе.
<b>Раздел II. «Монтаж квадрокоптера. Настройка квадрокоптера для полётов»</b>		
2.1. «Сборка квадрокоптера».	Приёмы работы ручным инструментом. Техника безопасности при работе ручным инструментом.	Сборка и разборка корпуса квадрокоптера.
2.2. «Настройка квадрокоптера».	Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Полетный контроллер.	Установка и подключение полетного контроллера. Подключение регулятора скорости. Проверка направления вращения винтов. Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем.
2.3. «Пробный запуск».	Проверка работ всех узлов квадрокоптера. Корректировка значений в настройках прошивки.	Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Посадка. Привыкание к пульту управления.
2.4. «Учебные полёты».	Разбор аварийных ситуаций. Настройка функций удержания высоты и курса. Полет с использованием данных функций.	Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах. Перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Полет на малой высоте по заданной траектории: «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»

<b>Раздел III. «Программированный полёт»</b>		
3.1. «Программированный полёт в помещении»	Разбор и настройка функций программированного полёта в помещении.	Автономный полет в помещении с использованием графических блоков, кода.
3.2. «Программированный полёт на улице»	Разбор и настройка функций программированного полёта на улице.	Произведение автономного полета в помещении с использованием графических блоков, кода.
<b>Раздел IV. «Квадрокоптер PIONEER KNIGHT 2MP»</b>		
4.1. «Настройка, установка, подключение оборудования»	Применяемое оборудование – 2MP камера, барометр. Основы видеотрансляции через сеть WiFi.	Настройка оборудования.
4.2. «Использование оборудования для фото и видеосъёмки»	Установка и подключение видеооборудования.	Установка и подключение видеооборудования. Проведение пробной видео и фотосъёмки с воздуха. Дистанционное управление камерой. Фото и видеосъёмка с воздуха на малой высоте. Проведение полёта с онлайн- трансляцией видео.
Итоговое занятие		Итоговая аттестация: диагностика, проверка практических умений учащихся. Соревнования среди обучаемых по преодолению летательными аппаратами различных искусственных препятствий различной степени сложности. Выполнение практических заданий на правильность и время в соответствии с техническим заданием.

### **Планируемые результаты**

После прохождения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Квадрокоптеры» учащиеся **знают**: устройство и принцип действия квадрокоптеров; способы обновления программного обеспечения полетного контроллера; основные компоненты конструкторов Геоскан Пионер и PIONEER KNIGHT 2MP; конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов; компьютерную среду, включающую в себе графический язык программирования; виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе; основные приёмы сборки компонентов; понимать принцип действия и устройство квадрокоптера; конструктивные особенности узлов квадрокоптера; способ передачи программы в полётный контроллер; правила безопасной работы с инструментом; правила безопасного управления квадрокоптером.

После прохождения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Квадрокоптеры» учащиеся **умеют**: самостоятельно решать технические задачи в процессе работы с квадрокоптером; вносить свои изменения в конструкцию или настройки коптера, адаптируя его под выполнение поставленной задачи; планировать ход выполнения задания; свободно управлять моделями квадрокоптеров:

PIONEER KNIGHT 2MP, комплекс Геоскан Пионер; производить аэрофото и видеосъемку; использовать аппарат для простейших сельскохозяйственных нужд; соблюдать правила безопасного управления беспилотными летательными аппаратами.

### Календарный учебный график

месяц	недели	1 год обучения		
		Т	П	К
Сентябрь	1			
	2			
	3			
	4			
Октябрь	1			
	2			
	3			
	4			
Ноябрь	1			
	2			
	3	Т	П	
	4	Т		
Декабрь	1	Т	П	
	2	т	П	К
	3	т	П	
	4	т	П	
Январь	1	т	П	К
	2	Т	П	К
	3		П	
	4	т	П	
Февраль	1	т	П	
	2	т	П	
	3	т	П	
	4	т	П	
Март	1		П	
	2		П	
	3		П	К
	4	Т		К
Апрель	1		П	
	2		П	
	3		П	
	4	Т	П	
Май	1		П	
	2		П	
	3		П	
	4		П	К
Всего часов	36 недель	26 часа	40 часов	6 часов
Итого за год		36 недель 72 часа		

### Условия реализации программы

1. *Перечень материально-технического обеспечения* (в расчете на 15 учащихся)



Оборудование	Количество
Ноутбук	1
Персональный компьютер	8
Стол	8
Стул	15
Квадрокоптер PIONEER KNIGHT 2MP	1
Учебно-методический комплекс Геоскан Пионер	1

2. **Информационное обеспечение** - Подключение к сети Интернет.

3. **Кадровое обеспечение.** Педагог, работающий по данной программе, должен иметь высшее или среднее профессиональное образование в области, соответствующей профилю творческого объединения без предъявления требований к стажу работы.

4. **Санитарно-гигиенические требования.** Занятия должны проводиться в просторном помещении, соответствующем требованиям техники безопасности, противопожарной безопасности, санитарным нормам. Кабинет должен хорошо освещаться и периодически проветриваться.

#### Оценочные (контрольно-измерительные) материалы.

##### Практический тест

Длительность тестирования - 40 минут.

**Шкалы:** Отлично: 20-16 правильных ответов, глубокие познания в освоенном материале.

Хорошо: 15-11 правильных ответов, материал освоен полностью без существенных ошибок.

Удовлетворительно: 10-8 правильных ответов, материал освоен не полностью, имеются значительные пробелы в знаниях.

Неудовлетворительно: менее 8 правильных ответов, материал не освоен, базового уровня.

№	Критерий	Кол-во баллов
	Обнаружить и устранить дефект в установке моторов	
	Обнаружить и устранить дефект в установке регуляторов	
	Обнаружить и устранить дефект в соединении мотора к регулятору	
	Обнаружить и устранить дефект установки полетного контроллера	
	Обнаружить и устранить дефект установки аккумуляторной батареи	
	Обнаружить и устранить дефект вывода антенн приёмника	
	Обнаружить и устранить дефект установки защиты	
	Синхронизировать приемник с аппаратурой управления	
	Обнаружить и устранить дефект в подключении (направления вращения) моторов	
	Устранение недостатков конструкции	
	Надёжность пайки	
	Обнаружить и устранить дефект подключения регуляторов к полетному контроллеру	
	Обнаружить и устранить дефект подключения приемника РУ к полетному контроллеру	
	Тестирование и калибровка	
	Предполётная подготовка	
	Фиксация всех действий в листе предполётной подготовки	
	Взлёт	

	Зависание	
	Посадка	
	Соблюдение правил техники безопасности	

**Критерии оценки:** за каждое правильно выполненное действие даётся 1 балл.

### Календарный план воспитательной работы

№	Форма и название мероприятия	Сроки проведения
<b>Направление 1.</b> Формирование и развитие творческих способностей учащихся, выявление и поддержка талантливых учащихся		
	Создание и защита презентации «Основные правила пользования квадрокоптера»	Январь, февраль
<b>Направление 2.</b> Духовно- нравственное, гражданско-патриотическое воспитание, формирование общей культуры учащихся, профилактика экстремизма и радикализма		
	Защита презентаций «Возможности квадрокоптера»	Декабрь
<b>Направление 3.</b> Социализация, самоопределение, и профессиональная ориентация учащихся		
	Участие в открытых республиканских соревнованиях по управлению квадрокоптерами «Дрон-рэйсинг»	май
<b>Направление 4.</b> Формирование культуры здорового и безопасного образа жизни и комплексной профилактической работы		
	Проведение инструктажей по ТБ и ОТ	Сентябрь, январь и внеплановые инструктажи

### Итоговая аттестация проводится в виде зачета по пилотированию (каждый критерий оценивается в 1 балл):

Подготовка к пилотированию	Командная сборка конструкции Навыки исследовательской и конструкторской деятельности Инженерное решение
Прохождение трассы	Прохождение ворот Прохождение поворотных столбов без касания Коптер не вылетел за пределы трассы Прохождение колец Посадка на посадочную площадку Касания земли отсутствуют Время прохождения трассы Время прохождения 1 круга Время прохождения 2 круга Первый круг пройден Второй круг пройден Выполнена остановка пропеллеров при входе в сетку Выполнен disarm или kill switch по окончанию полёта

Оценка навыков саморегуляции	Умение быстро сориентироваться в технически сложной ситуации Умение оценить и скорректировать конструкцию при технических неполадках Умение аргументировано отвечать на вопросы Умение договариваться
------------------------------	--

Освоил курс: 8-21 правильных ответов, глубокие познания в освоенном материале.

Не освоил курс: менее 8 правильных ответов, материал не освоен.

### **Методическое и техническое обеспечение.**

Программа имеет несколько основных разделов:

- «Теория мультироторных систем»;
- «Монтаж квадрокоптера. Настройка квадрокоптера для полётов»;
- «Программированный полёт»;
- «Квадрокоптер PIONEER KNIGHT 2MP».

<b>Формы занятий</b>	<b>Приёмы и методы организации учебно-воспитательного процесса</b>	<b>Техническое оснащение занятий</b>
Словесные	рассказ, беседа, объяснение, инструктаж, чтение справочной литературы	Иллюстрации, пособия по сборке и пилотированию коптеров, планы- конспекты занятий
Наглядные	показ схем сборки коптеров, видеороликов, демонстрация инструментов, просмотр и анализ фото и видео материалов.	Ноутбук, учебные компьютеры интерактивная доска квадрокоптер PIONEER KNIGHT 2MP, программное обеспечение , учебно-методический комплекс Геоскан Пионер, программаторы для микроконтроллеров.
Практические	программирование коптера для выполнения конкретного задания	
Проблемно-поисковые	выполнение заданий разного уровня сложности	

### **Список литературы.**

*Для педагога:*

1. Конвенция о правах ребенка, одобренная Генеральной Ассамблеей ООН 20.11 1989г.
2. Конституция РФ.
3. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
4. Приказ Минобрнауки РФ от 29.08.2013 № 1008 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеразвивающим программам».

5. Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации до 2020 года;
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.4.4.3172-14»
7. Письмо Департамента молодежной политики, воспитания и социальной поддержки Минобрнауки России от 11.12.2006г №06-1844//Примерные требования к программам дополнительного образования детей.

***Литература для педагогов:***

1. Белухин Д.А. Личностно ориентированная педагогика в вопросах и ответах: учебное пособие.-М.: МПСИ, 2006.- 312с.
2. Ильин Е.П. Психология творчества, креативности, одарённости. – СПб.: Питер, 2012.
3. Кан-Калик В.А. Педагогическое творчество. - М.: Педагогика. [Электронный ресурс] (<http://opac.skunb.ru>)
4. Менчинская Н.А. Проблемы обучения, воспитания и психического развития ребёнка: Избранные психологические труды/ Под ред. Е.Д.Божович. – М.: МПСИ; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2004. – 512с.
5. Палагина Н.Н. Психология развития и возрастная психология: учебное пособие для вузов.-М.: МПСИ, 2005.- 288с.
6. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2008.-713с.: ил.- (Серия «Мастера психологии»).
7. Фельдштейн Д.И. Психология развития человека как личности: Избранные труды: В 2т./ Д.И. Фельдштейн – М.: МПСИ; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2005. – Т.2. - 456с.
8. Н.Н.Фирова. Поиск и творчество – спутники успеха// «Дополнительное образование и воспитание» №10(156)2012. – С.48-50.
9. Авиация. - <http://www.planers32.ru/>
10. Атлас авиации. - <http://aviaclub33.ru/>
11. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
12. Обзоры квадрокоптеров [www.youtube.com](http://www.youtube.com)
13. <http://heliblog.ru/multikoptery/nachinaem-znakomstvo-skvadrokopterami.html>
14. квадрокоптеры видео <http://yandex.ru/video/>
15. <http://kvadrokoptery.com/>
16. <http://habrahabr.ru/company/nordavind/blog/181540/>
17. <http://quadrocopter.ru/>

18. <http://ardupilot-mega.ru/wiki/arducopter/build-your-own-multicopter.html>

***Литература для детей:***

1. Авиация. - <http://www.planers32.ru/>
2. Атлас авиации. - <http://aviaclub33.ru/>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
4. Обзоры квадрокоптеров [www.youtube.com](http://www.youtube.com)
5. <http://heliblog.ru/multikoptery/nachinaem-znakomstvo-s-kvadrokopterami.html>
6. квадрокоптеры видео <http://yandex.ru/video/>
7. <http://kvadrokoptery.com/>
8. <http://habrahabr.ru/company/nordavind/blog/181540/>
9. <http://quadrocopter.ru/>
10. <http://ardupilot-mega.ru/wiki/arducopter/build-your-own-multicopter.html>

***Дополнительные интернет-ресурсы:***

1. <http://multicopterwiki.ru/index.php/> – обобщенные теоретические материалы о мультикоптерах
2. О двигателях и регуляторах:  
<http://www.avislab.com/blog/brushless01/>  
<http://www.avislab.com/blog/brushless02/>  
<http://www.avislab.com/blog/brushless03/> и тд.
3. Полетные контроллеры, математика и фильтры:  
[http://we.easyelectronics.ru/quadro\\_and\\_any\\_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-nemnogo-teorii.html](http://we.easyelectronics.ru/quadro_and_any_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-nemnogo-teorii.html)  
[http://we.easyelectronics.ru/quadro\\_and\\_any\\_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-prodolzhaem-razgovor.html](http://we.easyelectronics.ru/quadro_and_any_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-prodolzhaem-razgovor.html)  
[http://we.easyelectronics.ru/quadro\\_and\\_any\\_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-komplementarnyy-filtr.html](http://we.easyelectronics.ru/quadro_and_any_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-komplementarnyy-filtr.html)