



## Введение

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, 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.

## Пояснительная записка

Данная программа по беспилотным летательным аппаратам научно-технической направленности, так как в наше время робототехники и компьютеризации, ребенка необходимо учить разбираться в сложных технологиях, которые он сам может спроектировать, защищать свое решение и воплотить его в реальной модели, т.е. непосредственно сконструировать и запрограммировать.

Актуальность развития этой темы заключается в том, что в настоящий момент в России развиваются нанотехнологии, электроника, механика и программирование. Т.е. созревает благодатная почва для развития компьютерных технологий и робототехники. Успехи страны в XXI веке будут определять не природные ресурсы, а уровень интеллектуального потенциала, который определяется уровнем самых передовых на сегодняшний день технологий. Уникальность 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.

Учебно-методический комплект WICopter-универсал позволяет:

- совместно обучаться в рамках одной бригады;
- распределять обязанности в своей бригаде;
- проявлять повышенное внимание культуре и этике общения;
- видеть реальный результат своей работы.

Возраст детей, участвующих в реализации данной дополнительной образовательной программы колеблется от 12 до 15 лет. В коллектив могут быть приняты все желающие, не имеющие противопоказаний по здоровью. Сроки реализации программы: 2 года.

Режим работы: в неделю 1 занятие по 2 часа. Часовая нагрузка 60 часов в год.

**Цель:** обучение воспитанников основам робототехники, устройства беспилотных летательных аппаратов, программирования. Развитие творческих способностей в процессе конструирования и проектирования и сборки.

### **Задачи:**

#### **- Обучающие:**

- дать первоначальные знания о конструкции беспилотных летательных аппаратов;
- научить приемам сборки и программирования беспилотных летательных аппаратов;
- привить культуру производства и сборки;
- ознакомить с правилами безопасной работы с инструментами.

#### **Воспитывающие:**

- формировать творческое отношение к выполняемой работе;
- воспитывать умение работать в коллективе, эффективно распределять обязанности.

#### **Развивающие:**

- развивать творческую инициативу и самостоятельность;
- развивать психофизиологические качества учеников: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.
- Развивать умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.

### **Материальные ресурсы:**

1. Учебно-методический комплект WICopter-универсал- 5 наборов;
2. Зарядное устройство – 2 комплекта;
3. Набор ручного инструмента;
4. Среда программирования Arduino;
5. Программное обеспечение полетного контроллера («прошивка») MultiWii\_2\_3;
6. Инструкция по сборке Wicopter;
7. Учебно-методический комплект WICopter-базовый.

### **ПРОГНОЗИРУЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ**

По окончании курса обучения учащиеся должны

#### **ЗНАТЬ:**

- правила безопасной работы инструментом;
- правила безопасного управления квадрокоптером;
- основные компоненты конструкторов WICopter-универсал;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя графический язык программирования;
- виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- основные приемы сборки компонентов;
- конструктивные особенности узлов квадрокоптера;
- способ передачи программы в полетный контроллер;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе сборки конструктора (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов, и других объектов и т.д.);
- корректировать программы при необходимости;

## **УМЕТЬ:**

- принимать или намечать учебную задачу, ее конечную цель.
- прогнозировать результаты работы;
- планировать ход выполнения задания;
- рационально выполнять задание;
- руководить работой группы или коллектива;
- управлять квадрокоптером внутри помещения и на улице.

## **МЕХАНИЗМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**

- соревнования;
- учебно-исследовательские конференции;
- проекты;
- отзывы преподавателя и родителей учеников на сайте школы.

## **Деятельность по реализации Программы**

За 5 месяцев обучения дается необходимая теоретическая и практическая база, формируются навыки работы с Учебно-методическим комплектом WICopter-универсал, с принципами работы механизмов. С помощью графического интерфейса программы MultiWiiConf обучающиеся знакомятся с основными настройками прошивки. Под руководством педагога, а затем и самостоятельно обучающиеся корректируют настройки своего аппарата. После сборки проверяют готовность к полёту и постепенно переходят к практическим занятиям, а именно к полётам.

## Учебно-тематическое планирование

№ п\п	Тема занятий	Кол- во часов
1	Вводное занятие. Техника безопасности. История развития квадрокоптеров.	2
2	Учебно-методический комплект WICopter-универсал - знакомство с деталями конструктора.	2
3	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Аккумулятор. Техника безопасности при обращении с аккумулятором.	2
4	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Бесколлекторные двигатели. Техника безопасности при обращении с бесколлекторным двигателем.	2
5	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Полетный контроллер. Техника безопасности при обращении с полетным контроллером.	4
6	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Приёмник. Пульт управления. Техника безопасности при обращении с приёмником, пультом управления.	4
7	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Регулятор скорости. Техника безопасности при обращении с регулятором скорости.	4
8	Обобщение теоретической части- проверка теоретических знаний, зачёт.	4
9	Приёмы работы ручным инструментом. Техника безопасности при работе ручным инструментом. Сборка корпуса квадрокоптера.	4
10	Пайка. Основы пайки. Техника безопасности при работе с паяльником.	4
11	Подключение регулятора скорости.	2
12	Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения.	2
13	Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Калибровка регуляторов скорости.	2
14	Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы-конфигуратора MultiWiiConf.	4
15	Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Установка пропеллеров. Пробный запуск без взлёта.	8
16	Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульту управления. Проверка работ всех узлов квадрокоптера. Корректировка значений в настройках прошивки.	12
17	Взлёт на малую высоту. Зависание. Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах.	12
18	Полет на малой высоте по траектории.	14

19	Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов, ошибок пилотирования.	4
20	Настройка функций удержания высоты и курса. Полет с использованием данных функций.	10
21	Подключение GPS-приемника. Настройка его работы.	4
22	Полет с использованием функций автоматизации.	12
23	Разборка квадрокоптера на составные части.	2
Итого		120



## Календарно-тематическое планирование

№п/п	Тема урока	Ко л. часов	Тип урока	Основные вопросы, рассматриваемые на уроке	Планируемые результаты		
					Предметные	Мета предметные	Личностные
1	Вводное занятие. Техника безопасности. История развития квадрокоптеров.	2	Комбинир.	<p>Рассказ о развитии беспилотных летательных аппаратов в мировом сообществе и в частности в России.</p> <p>Показ видео роликов о квадрокоптерах.</p> <p>Правила техники безопасности.</p>	Проявление познавательного интереса и активности в данной области	Соблюдение норм и правил культуры труда	Проявление познавательных интересов и активности в технологической деятельности.
2	Учебно-методический комплект  WiCopter-универсал - знакомство с деталями конструктора.	2	Комбинир.	<p>Учебно-методический комплект WiCopter-универсал (состав, возможности)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные детали (название и назначение)</li> <li>- Узлы (назначение, единицы измерения)</li> <li>- Двигатели</li> <li>- Полетный контроллер</li> <li>- Аккумулятор (зарядка, использование)</li> </ul>	Развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности	Планирование процесса познавательной трудовой деятельности.	Планирование технологического процесса и процесса труда.

				Названия и назначения деталей			
3	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Аккумулятор. Техника безопасности при обращении с аккумулятором.	2	Ком бини р.	Электричество. Закон Ома для участка цепи. Типы аккумуляторов, их устройство. Назначение. Меры безопасности при зарядке, разрядке, утилизации.	Сочетание образного и логического мышления в процессе деятельности.	Планирование процесса познавательной трудовой деятельности.	Проявление технико-технологического мышления при организации своей деятельности.
4	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Бесколлекторные двигателя. Техника безопасности при обращении с бесколлекторным двигателем.	2	Ком бини р.	Знакомство с Бесколлекторным двигателем. Отличие от коллекторного двигателя. Преимущества и недостатки. Особенности устройства. Меры безопасности при включении бесколлекторного двигателя в схему.	Контроль промежуточных и конечных результатов труда по установленным критериям.	Алгоритмизированное планирование процесса познавательной трудовой деятельности.	Проявление познавательных интересов и активности в технологической деятельности.
5	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Полетный контроллер.	4	Ком бини р.	Полетный контроллер. Устройство и назначение. Разновидности полетных контроллеров. Особенности подключения.	Проявление познавательного интереса и активности в данной области	Алгоритмизированное планирование процесса познавательной трудовой	Проявление познавательных интересов и активности в технологической деятельности.

	Техника безопасности при обращении с полетным контроллером.					деятельности.	
6	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Приёмник. Пульт управления. Техника безопасности при обращении с приёмником, пультом управления.	4	Комбини р.	Приемник сигнала. Назначение. Способ правильной установки на корпусе квадрокоптера. Пульт управления. Назначение органов управления.	Проявление познавательного интереса и активности в данной области	Алгоритмизи рованное планирование процесса познавательной трудовой деятельности.	Проявление познавательны х интересов и активности в технологическо й деятельности.
7	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Регулятор скорости. Техника безопасности при обращении с регулятором	4	Комбини р.	Регулятор скоростивращения мотора. Разновидности, характеристики. Назначение.Способ подключения.	Проявление познавательного интереса и активности в данной области	Алгоритмизи рованное планирование процесса познаательно трудовой деятельности	Проявление познавательны х интересов и активности в технологическо й деятельности.

	скорости.						
8	Обобщение теоретической части- проверка теоретических знаний, зачёт.	4	Комбини р.	Обобщение полученных теоретических знаний, проверка понимания основ безопасности, безопасной работы.	Проявление познавательного интереса и активности в данной области	Алгоритмизированное планирование процесса познавательно трудовой деятельности	Проявление познавательных интересов и активности в технологической деятельности.
9	Приёмы работы ручным инструментом. Техника безопасности при работе ручным инструментом. Сборка корпуса квадрокоптера.	4	Практич. работа	Назначение ручного инструмента. Правила безопасной работы при использовании ручного инструмента. Сборка корпуса квадрокоптера.	Владение алгоритмами решения технико-технологических задач	Самостоятельная организация и выполнение творческих работ	Проявление технико-технологического мышления при организации своей деятельности
10	Пайка. Основы пайки. Техника безопасности при работе с паяльником.	4	Практич. работа	Пайка. Назначение пайки, её применение. Правила безопасного обращения при работе с паяльником. Нарращивание проводов от бесколлекторного двигателя.	Владение алгоритмами решения технико-технологических задач	Самостоятельная организация и выполнение творческих работ	Проявление технико-технологического мышления при организации своей деятельности
11	Подключение регулятора	2	Практич. т.	Подключение регулятора скорости. Подбор	Владение способами	Планирование технологическо	Развитие трудолюбия и

	скорости.		та	оптимального места на корпусе квадрокоптера для его крепления.	научной организации труда	го процесса и процесса труда.	ответственность и за качество своей деятельности.
12	Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения.	2	Практическая работа	Установка и подключение полетного контроллера: выбор ориентации по направлению лучей квадрокоптера, выбор правильного способа крепления к порпусу квадрокоптера. Чтение схемы подключения и правильное подключение сигнальных проводов от регуляторов вращения. Проверка направления вращения моторов.	Сочетание образного и логического мышления в процессе деятельности.	Планирование технологического процесса и процесса труда.	Развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности.
13	Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Калибровка регуляторов скорости.	2	Практическая работа	Визуальная проверка качества и правильности сборки. Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех узлов. Калибровка регуляторов скорости.	Сочетание образного и логического мышления в процессе деятельности.	Планирование технологического процесса и процесса труда.	Развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности.
14	Подключение полетного	4	Практическая	Подключение полетного контроллера к компьютеру.	Владение способами	Планирование технологического	Развитие трудолюбия и

	контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы-конфигуратора MultiWiiConf.		рабо та	Настройка среды программирования Arduino. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы-конфигуратора MultiWiiConf.	научной организации труда	го процесса и процесса труда.	ответственность и за качество своей деятельности.
15	Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Установка пропеллеров. Пробный запуск без взлёта.	8	Прак т. рабо та	Установка пропеллеров, предполетная подготовка квадрокоптера. Пробный запуск. Калибровка органов управления.	Владение способами научной организации труда	Планирование технологического процесса и процесса труда.	Развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности.
16	Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к	12	Прак т. рабо та	Первый взлет. Зависание на малой высоте в помещении. Калибровка органов управления.	Владение способами научной организации	Планирование технологического процесса и процесса труда.	Развитие трудолюбия и ответственности за качество

	<p>пульту управления. Проверка работ всех узлов квадрокоптера. Корректировка значений в настройках прошивки.</p>				труда		своей деятельности.
17	<p>Взлёт на малую высоту. Зависание. Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах.</p>	12	Практ. работа	<p>Предполетная подготовка. Взлет, зависание на малой высоте в помещении. Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах.</p>	Владение способами научной организации труда	Планирование технологического процесса и процесса труда.	Развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности.
18	<p>Полет на малой высоте по траектории.</p>	14	Практ. работа	<p>Управление полетом на малой высоте по траектории. Увеличение площади и высоты полета.</p>	Владение способами научной организации труда	Планирование технологического процесса и процесса труда.	Развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности.

19	Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов, ошибок	4	Практическая работа	Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов, ошибок пилотирования.	Владение способами научной организации труда	Планирование технологического процесса и процесса труда.	Развитие трудолюбия и ответственности за качество своей
----	--	---	---------------------	---	--	--	---



	пилотирования.						деятельности.
20	Настройка функций удержания высоты и курса. Полет с использованием данных функций.	10	Комбини р.	Подключение полетного контроллера к компьютеру. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы-конфигуратора MultiWiiConf.	Рациональное использование учебной и дополнительной информации для создания объектов труда.	Поиск новых решений возникшей технической проблемы.	Выражение желания учиться и трудиться для удовлетворения текущих и перспективных потребностей.
21	Подключение GPS-приемника. Настройка его работы.	4	Практич. работа	Подключение GPS-приемника. Настройка его работы. Пробные полеты с тестированием работы данной функции.	Ориентация в имеющихся средствах и технологиях создания объектов труда.	Использование дополнительной информации при модернизации летательного аппарата	Проявление познавательных интересов и активности в предметно технологической деятельности.
22	Полет с использованием функций автоматизации.	12	Практич. работа	Полет с использованием функций автоматизации вне помещения. Проверка работы функций автоматизации и действий пилота при имитации нештатной ситуации.	Владение алгоритмами решения технико-технологических задач	Алгоритмизированное планирование процесса познавательно трудовой деятельности	Проявление технико-технологического мышления при организации своей деятельности
23	Разборка квадрокоптера на составные части.	2	Практич. работа	Разборка квадрокоптера на составные части для последующего использования новой группой обучающихся.	Владение способами научной организации	Алгоритмизированное планирование процесса	Проявление технико-технологического мышления

					труда познавательно	о трудовой деятельности	при организации своей деятельности
--	--	--	--	--	---------------------	-------------------------------	---

## Особенности методики обучения

Учебно-воспитательный процесс направлен на развитие природных задатков обучающихся, на реализацию их интересов и способностей. Каждое занятие обеспечивает развитие личности ребенка. При планировании и проведении занятий применяется личностно-ориентированная технология обучения, в центре внимания которой неповторимая личность, стремящаяся к реализации своих возможностей, а также системно - деятельностный метод обучения.

Данная программа допускает творческий, импровизированный подход со стороны обучающихся и педагога того, что касается возможной замены порядка раздела, введения дополнительного материала, методики проведения занятий. Руководствуясь данной программой, педагог имеет возможность увеличить или уменьшить объем и степень технической сложности материала в зависимости от состава группы и конкретных условий работы.

В связи с появлением и развитием в школе новой кружковой работы – «Школьный квадрокоптер» - возникла необходимость в новых **методах стимулирования** и вознаграждения творческой работы учащихся. Для достижения поставленных педагогических целей используются следующие нетрадиционные игровые методы:

- Соревнования
- Выездные практические занятия

Как показала практика, эти игровые методы не только интересны ребятам, но и стимулируют их к дальнейшей работе и саморазвитию, что с помощью традиционной отметки сделать практически невозможно.

Приемы и методы организации занятий.

I Методы организации и осуществления занятий

1. Перцептивный акцент:

а) словесные методы (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы);

б) наглядные методы (демонстрации мультимедийных презентаций, фотографии);

2. Гностический аспект:

а) иллюстративно - объяснительные методы;

б) репродуктивные методы;

в) проблемные методы (методы проблемного изложения) дается часть готового знания;

г) эвристические (частично-поисковые) большая возможность выбора вариантов;

д) исследовательские – обучающиеся сами открывают и исследуют знания.

3. Логический аспект:

а) индуктивные методы, дедуктивные методы;

б) конкретные и абстрактные методы, синтез и анализ, сравнение, обобщение, абстрагирование, классификация, систематизация, т.е. методы как мыслительные операции..

II Методы стимулирования и мотивации деятельности

Методы стимулирования мотива интереса к занятиям:

познавательные задачи, учебные дискуссии, опора на неожиданность, создание ситуации новизны, ситуации гарантированного успеха и т.д.

Методы стимулирования мотивов долга, сознательности, ответственности, настойчивости: убеждение, требование, приучение, упражнение, поощрение.

**Основными принципами обучения являются:**

1. Научность. Этот принцип предопределяет сообщение обучаемым только достоверных, проверенных практикой сведений, при отборе которых учитываются новейшие достижения науки и техники

2. Доступность. Предусматривает соответствие объема и глубины учебного материала уровню общего развития учащихся в данный период, благодаря чему, знания и навыки могут быть сознательно и прочно усвоены.
3. Связь теории с практикой. Обязывает вести обучение так, чтобы обучаемые могли сознательно применять приобретенные ими знания на практике.
4. Воспитательный характер обучения. Процесс обучения является воспитывающим, обучающийся не только приобретает знания и нарабатывает навыки, но и развивает свои способности, умственные и моральные качества.
5. Сознательность и активность обучения. В процессе обучения все действия, которые отрабатывает ученик, должны быть обоснованы. Нужно учить, обучаемых, критически осмысливать, и оценивать факты, делая выводы, разрешать все сомнения с тем, чтобы процесс усвоения и наработки необходимых навыков происходили сознательно, с полной убежденностью в правильности обучения. Активность в обучении предполагает самостоятельность, которая достигается хорошей теоретической и практической подготовкой и работой педагога.
6. Наглядность. Объяснение техники сборки робототехнических средств на конкретных изделиях и программных продукта. Для наглядности применяются существующие видео материалы, а так же материалы своего изготовления.
7. Систематичность и последовательность. Учебный материал дается по определенной системе и в логической последовательности с целью лучшего его освоения. Как правило, этот принцип предусматривает изучение предмета от простого к сложному, от частного к общему.
8. Прочность закрепления знаний, умений и навыков. Качество обучения зависит от того, насколько прочно закрепляются знания, умения и навыки учащихся. Не прочные знания и навыки обычно являются причинами неуверенности и ошибок. Поэтому закрепление умений и навыков должно достигаться неоднократным целенаправленным повторением и тренировкой.

9. Индивидуальный подход в обучении. В процессе обучения педагог исходит из индивидуальных особенностей детей (уравновешенный, неуравновешенный, с хорошей памятью или не очень, с устойчивым вниманием или рассеянный, с хорошей или замедленной реакцией, и т.д.) и, опираясь на сильные стороны ребенка, доводит его подготовленность до уровня общих требований.

## Интернет-ресурсы

[http://multicopterwiki.ru/index.php/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0](http://multicopterwiki.ru/index.php/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0) – обобщенные теоретические материалы о мультикоптерах

О двигателях и регуляторах:

<http://www.avislab.com/blog/brushless01/>

<http://www.avislab.com/blog/brushless02/>

<http://www.avislab.com/blog/brushless03/> и тд.

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)