**Поддержка QuadPlane**

В данной статье описывается, как настроить и использовать в сочетании с неподвижным крылом и Multicopter самолет, также известный как «QuadPlane».

[](http://ardupilot.org/plane/_images/quadplane_senior_telemaster.jpg)

**uadPlane Обзор**

[](http://ardupilot.org/plane/_images/quadplane_PorterOctaQuad.png)

QuadPlane представляет собой комбинированный с неподвижным крылом самолета и Multicopter. Такого рода самолетов приносит пользу вертикального взлета и посадки, значительно большей скорости и дальности поездок, а также способность парить и выполнять вертолету подобные задачи в пункте назначения.

QuadPlane построена на плоскости, но добавляет контроль над между 4 и 8 горизонтальных роторов. Дополнительные режимы и команды позволяют QuadPlane взлетать, землю и летать, как вертолет, и плавно переход между плоскостью и Copter-подобными режимами в автоматических и автопилоте при содействии режимов. Дополнительные роторы могут также обеспечить подъем и стабильность в нормальных режимах самолета.

**Установка встроенного программного обеспечения**

поддержка QuadPlane в APM: релизы Plane из 3.5.0 и далее. Нормальные инструкции по установке прошивки Plane применяются.

При установке прошивки самолета и посмотреть в списке параметров вы увидите Q\_ENABLE параметр. Это по умолчанию к нулю, что отключит поддержку QuadPlane. Установка Q\_ENABLE 1 включит поддержку QuadPlane. Затем необходимо обновить список параметров , чтобы увидеть все другие варианты QuadPlane. Все специфические параметры QuadPlane начинаются с [Q\_](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-overview.html#id2) .

# Установка рамы QuadPlane

Код QuadPlane поддерживает несколько механизмов кадров из Quadcopter, hexacopter, octacopter и octaquad Multicopter кадров.

Заказ двигателя и выходной канал такого же , как и для вертолета (см [COPTER расположения двигателя](http://ardupilot.org/copter/docs/connect-escs-and-motors.html#connect-escs-and-motors) ) за исключением того, что номер выходного канала начинается с 5 вместо 1.

Например, по умолчанию Quad-X кадра на двигатели находятся на выходах 5 до 8. Устройство вл етс:

* **Канал 5:** Передний правый двигатель, против часовой стрелки
* **Канал 6:** Задний левый двигатель, против часовой стрелки
* **Канал 7:** Передний левый двигатель, по часовой стрелке
* **Канал 8:** Задний правый двигатель, по часовой стрелке

Вы можете помнить правило по часовой стрелке / против часовой стрелки с помощью «двигателей повернуть в стороне фюзеляжа», для конфигурации H, за исключением, там все направления перевернуты!

Другая общая установка является окта-квад, который использует следующий порядок

* **Канал 5:** Передний правый верхний двигатель, против часовой стрелки
* **Канал 6:** Передний левый верхний двигатель, по часовой стрелке
* **Канал 7:** Задний левый верхний двигатель, против часовой стрелки
* **Канал 8:** Задний правый верхний двигатель, по часовой стрелке
* **Канал 9:** Передний левый нижний двигатель, против часовой стрелки
* **Канал 10:** Передний правый нижний двигатель, по часовой стрелке
* **Канал 11:** Задний правый нижний двигатель, против часовой стрелки
* **Канал 12:** Задний левый нижний двигатель, по часовой стрелке

Вы можете помнить правило по часовой стрелке / против часовой стрелки в течение окта нотации на «верхние двигатели повернуть в стороне фюзеляжа, нижние двигатели оказываются вдали от фюзеляжа».

Нормальные выходы плоскости предполагается на 1 до 4, как обычно. Только вертикальные подъемные выходы (от 5 до 8 на установке квадратора) работают на высокой скорости ШИМ (400 Гц). В установке четырехъядерных вы можете также использовать каналы 9 до 14 в любом случае вы хотите, так же, как с нормальным кодом Plane.

При желании можно переместить квадроциклов моторы, чтобы быть на любом другом канале выше 4, с использованием процедуры, описанной ниже.

Чтобы использовать другой тип кадра можно установить Q\_FRAME\_CLASS и Q\_FRAME\_TYPE. Q\_FRAME\_CLASS может быть:

* 0 для четырехугольника
* 1 для гекса
* 2 для окта
* 3 для octaquad

В каждом из этих классов Скадрируйте Q\_FRAME\_TYPE выбирает расположение двигателя

* 0 для кадра плюс
* 1 для X кадра
* 2 для V кадра
* 3 для H кадра

## Используя различные отображения каналов

Вы можете переназначить какие выходные каналов Четырехъядерных двигателей, установив значения для RCn\_FUNCTION. Это следует один и тот же подход, что и [другие функции вывода](http://ardupilot.org/plane/docs/channel-output-functions.html#channel-output-functions) .

**Заметка**

Обратите внимание, что вам не нужно устанавливать какие-либо из значений RCn\_FUNCTION, если у вас нестандартный заказ двигателя. Настоятельно рекомендуется использовать стандартный порядок и не задавать параметры RCn\_FUNCTION, оставляя их на нуле. Они будут автоматически установлены на правильные значения для вашего кадра при загрузке.

Числа выходной функции являются:

* 33: MOTOR1
* 34: motor2
* 35: двигателем3
* 36: motor4
* 37: motor5
* 38: motor6
* 39: motor7
* 40: motor8

Таким образом, чтобы положить квадроцикл двигателей на выходах 9 до 12 (добавочных каналов на Pixhawk) вы будете использовать эти параметры в расширенном списке параметров:

* RC9\_FUNCTION = 33
* RC10\_FUNCTION = 34
* RC11\_FUNCTION = 35
* RC12\_FUNCTION = 36

[следующий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-esc-calibration.html)[предыдущий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-building.html)

# калибровка ESC

Большинство моделей на основе ШЕЙ ESC должны быть откалиброваны для обеспечения того, чтобы все ЭСК реагировать на тот же вход с той же скоростью. Для калибровки их, они должны получить максимальную потребляемую ШИМ при первом включении, а затем получить минимальный входной сигнал ШИМ, когда они просигналил, чтобы указать, что максимальное прописал.

Способ калибровки ЭСКА на ArduPilot QuadPlane зависит от того, какой версии прошивки вы загрузили. Старый метод используется в версиях до выпуска 3.6.0. Новый метод используется на 3.6.0 и более поздних версий.

**Предупреждение**

Вы должны удалить все винты из Вашего автомобиля, прежде чем делать какой-либо калибровки ESC. Калибровка с гребными винтами, установленными опасно.

## Процедура калибровки ESC (3.6.0 и позже)

Этот процесс использует [Q\_ESC\_CAL](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-esc-cal) параметр для включения ESC калибровки в режиме QSTABILIZE. Есть два режима работы доступной:

1. с Q\_ESC\_CAL = 1 выход на двигатели будут поступать непосредственно из палки дросселя в режиме QSTABILIZE, когда транспортное средство вооружен
2. с Q\_ESC\_CAL = 2 выход к двигателям будет полностью открытой дроссельной заслонке, когда двигатели вооружившись

Процесс при использовании Q\_ESC\_CAL = 1

1. удалить ваши пропеллеры для безопасности
2. включения питания только полетную доску и не ваши моторы. Если у вас нет возможности изолировать власть к ЭСКУ, когда от батареи питания, того питанием вашего полета борта питания USB
3. установить параметр Q\_ESC\_CAL до 1
4. перейти в режим QSTABILIZE
5. установите переключатель безопасности от активировать выходы
6. рука вашего самолета. Выход ШИМ на всех четырехъядерных двигателей теперь будет управляться вашей ручкой газа
7. переместите ручку газа до максимума
8. добавить силу ваших ЭСК путем подключения батареи
9. ждать, что ЭСК звукового сигнала, чтобы указать, что они зарегистрировали максимальный PWM
10. опустить ручку газа до нуля и обезвредить ваш самолет
11. вы должны услышать звуковой сигнал от вашего ЭСКА, чтобы указать, что они зарегистрировали диапазон газа

Процесс при использовании Q\_ESC\_CAL = 2

1. удалить ваши пропеллеры для безопасности
2. включения питания только полетную доску и не ваши моторы. Если у вас нет возможности изолировать власть к ЭСКУ, когда от батареи питания, того питанием вашего полета борта питания USB
3. установить параметр Q\_ESC\_CAL до 2
4. перейти в режим QSTABILIZE
5. установите переключатель безопасности от активировать выходы
6. рука вашего самолета. Выходной сигнал PWM на все четырехъядерные двигатели теперь будет на максимуме
7. добавить силу ваших ЭСК путем подключения батареи
8. ждать, что ЭСК звукового сигнала, чтобы указать, что они зарегистрировали максимальный PWM
9. разоружить ваш самолет
10. вы должны услышать звуковой сигнал от вашего ЭСКА, чтобы указать, что они зарегистрировали диапазон газа

Обратите внимание, что при использовании Q\_ESC\_CAL = 1 может быть полезно для тестирования реакции двигателей. Это единственный способ, когда вы можете непосредственно управлять дроссельной заслонкой уровня на все двигателях сразу. В этом режиме вы можете использовать лазерный тахометр, чтобы проверить свои скорости двигателя на различных уровнях дроссельных, если у вас есть.

## Старая Процедура калибровки ESC (3.5.3 и ранее)

1. удалить ваши пропеллеры для безопасности
2. включения питания только полетную доску и не ваши моторы. Если у вас нет возможности изолировать власть к ЭСКУ, когда от батареи питания, того питанием вашего полета борта питания USB
3. установить как параметры Q\_M\_SPIN\_ARMED и Q\_THR\_MID 1000. Это устанавливает выход ШИМ , когда вооружившись при нулевой дросселем на полную мощность
4. установите переключатель безопасности от активировать выходы
5. рука вашего самолета. Выходной сигнал PWM на все четырехъядерные двигатели теперь будет подниматься до максимума.
6. добавить силу ваших ЭСК путем подключения батареи
7. ждать, что ЭСК звукового сигнала, чтобы указать, что они зарегистрировали максимальный PWM
8. разоружить ваш самолет. В ЭСК должен подавать звуковой сигнал снова указывая они зарегистрировали минимальный PWM

Теперь установите параметры Q\_M\_SPIN\_ARMED и Q\_THR\_MID обратно правильные значения. Значение 50 для Q\_M\_SPIN\_ARMED является разумной отправной точкой. Для Q\_THR\_MID значение между 500 и 600 хорошо в зависимости от мощности ваших двигателей

[следующий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-parameters.html)[предыдущий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-frame-setup.html)

**Настройка параметров QuadPlane**

Все специфические параметры QuadPlane начинаются с префикса «Q\_». Эти параметры очень похожи на эквивалентные параметры вертолета, так что если вы знакомы с теми, вы должны найти создание QuadPlane легко.

Основные параметры:

* Чтобы включить функцию QuadPlane вам необходимо установить Q\_ENABLE параметр 1, а затем обновить список параметров
* Параметры Q\_THR\_MIN\_PWM и Q\_THR\_MAX\_PWM, используемые для установки диапазона ШЕГО из счетверенных двигателей (это позволяет им отличаться от диапазона для переднего двигателя). Они должны быть установлены в пределах ваших ЭСК ожидать.
* Наиболее важные параметры настройки являются Q\_A\_RAT\_RLL\_P и Q\_A\_RAT\_PIT\_P. Они по умолчанию 0.25, но вы можете найти значительно более высокие значения необходимы для QuadPlane.
* Параметр Q\_M\_SPIN\_ARMED имеет важное значение для получения нужного уровня мощности двигателя в режиме охраны в режиме квадратора
* Рекомендуется установить ARMING\_RUDDER 2 , чтобы позволить рулей разоружают. В качестве альтернативы вы могли бы [РУКОВОДСТВО](http://ardupilot.org/plane/docs/manual-mode.html#manual-mode) в качестве одного из возможных режимов полета (как выключат квадроцикл двигатели). Пожалуйста , будьте осторожны , чтобы не использовать жесткий левый руль и нулевой газ во время полета или вы рискуете разоружить свои двигатели.
* Параметр Q\_THR\_MID имеет важное значение для гладких переходов. По умолчанию это 500, что означает 50% дроссель для зависания. Если ваш самолет нуждается в более или менее 50% дроссельном парить, пожалуйста, настроить это. Это позволит предотвратить дроссельную волну во время перехода, как контроллер высоты узнает правильный уровень дроссельной заслонки

**Заметка**

Код QuadPlane требует блокировки GPS для правильной работы. Это наследуется от кода плоскости, что отключит инерционную оценку позиции и положения, если блокировка GPS недоступна. Не пытайтесь летать QuadPlane в помещении. Это не будет хорошо летать

# Режимы полета QuadPlane

Код QuadPlane основан на мастер-Plane прошивки, но с 5 дополнительными режимами:

* Режим 17: QSTABILIZE (как [Copter СТАБИЛИЗАЦИИ](http://ardupilot.org/copter/docs/stabilize-mode.html" \l "stabilize-mode" \o "(В Copter V)) )
* Режим 18: QHOVER (как [Copter ALT\_HOLD](http://ardupilot.org/copter/docs/altholdmode.html#altholdmode) )
* Режим 19: QLOITER (как [Copter Мешкаются](http://ardupilot.org/copter/docs/loiter-mode.html" \l "loiter-mode" \o "(В Copter V)) )
* Режим 20: QLAND (как [Copter ЗЕМЛЯ](http://ardupilot.org/copter/docs/land-mode.html" \l "land-mode" \o "(В Copter V)) )
* Режим 21: QRTL (как [Copter RTL](http://ardupilot.org/copter/docs/rtl-mode.html" \l "rtl-mode" \o "(В Copter V)) )

**Наконечник**

Вы , вероятно , может понадобиться установить FLTMODE\*параметры для этих дополнительных режимов , как числовые значения , если ваш ГКС не понимает эти значения еще.

Если вы знакомы с аналогичными режимами Copter полета, то вы должны быть комфортно летать QuadPlane. Единственное отличие приходит во время перехода между фиксированным крылом и QuadPlane полетом, который описан ниже.

**Заметка**

Логика обнаружения посадки в режиме QLOITER не так сложна, как логика обнаружения посадки в Copter, так что если вы получаете движение GPS в то время как на земле в режиме QLOITER то самолет может попытаться перевернуться, как он пытается удержать позицию при контакте с земля. Предполагается, что вы переключаетесь на QHOVER или QSTABILIZE раз высадились, поскольку они не зависят от движения GPS.

## Режимы полета, чтобы избежать

Связанный характер вертикального подъема и фиксированного управления крыла в quadplanes означает, что автопилот всегда должен знать, что пилот пытается сделать с точки зрения скорости и отношения. По этой причине следует избегать следующих режимов полета на quadplane:

* ACRO
* СТАБИЛИЗАЦИИ
* ОБУЧЕНИЕ

эти режимы являются проблематичными, как входная палкой от пилота не достаточно, чтобы сказать автопилот, какое отношение самолета хочет или что скороподъемность разыскивается, поэтому логика quadplane не входит в зацепление с квадроцикл двигателей, когда в этих режимах. Эти режимы также сделать анализ журнала трудно. Пожалуйста, используйте режим FBWA вместо СТАБИЛИЗАЦИИ для ручного полета.

В будущем мы можем добавляем способы использования квадроцикл двигателей в этих режимах, но теперь, пожалуйста, избегать их.

Другой режим, где квадроциклы двигатели отключаются в ручном режиме. Этот режим по-прежнему может быть полезен для проверки обшивки воздушного судна в полет фиксированное крыло или для руления вашего самолета.

# Полет QuadPlane

Во время полета на QuadPlane самом деле может быть проще, чем полет обычного фиксированного крыла самолета есть некоторые вещи, которые нужно понять. Пожалуйста, внимательно прочитайте следующие разделы.

# переход

QuadPlane переход, когда воздушное судно меняется между летать в первую очередь как (COPTER-подобный) СВВП и полет в качестве обычного фиксированного крыла самолета. Переход происходит в обоих направлениях, и может быть либо командует пилотом или произойдет автоматически на основании скорости полета и режима полета.

Основной способ, чтобы инициировать переход, чтобы изменить режим полета, либо с помощью режима полета канала на передатчике или с использованием наземной станции команды изменения режима.

* Если переход к [РУКОВОДСТВУ](http://ardupilot.org/plane/docs/manual-mode.html#manual-mode) то квадроциклы моторы немедленно прекратить.
* Если переход в любой другом режиме с неподвижным крылом , то четырехъядерный будет продолжать поставлять подъем и стабильность , пока не достигли [ARSPD\_FBW\_MIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#arspd-fbw-min) воздушной скорости (или скорости полета оценки , если нет датчика воздушной скорости).
* После того, что скорость полет достигается Четырехъядерные двигатели будут медленно падать в силе над [Q\_TRANSITION\_MS](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-transition-ms) миллисекунд ( по умолчанию 5000, так 5 секунд) и выключаются после того ,

Если перейти от режима фиксированного крыла в режим QuadPlane то вперед двигатель будет немедленно остановлен, но рули будут продолжать обеспечивать стабильность в то время как самолет замедляется. Это позволяет переходы QuadPlane режимов во время полета на высокой скорости.

Единственное исключение остановки двигателя вперед в режимах QuadPlane VTOL, если у вас есть [Q\_VFWD\_GAIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-vfwd-gain) набор параметры в ненулевое значение. В этом случае передний двигатель будет использоваться для удержания уровня воздушного судна в ветре. Смотрите описание [Q\_VFWD\_GAIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-vfwd-gain) .

**Заметка**

Если переход к QLOITER или QLAND во время полета на высокой скорости, то код Мешкается попытается вывести самолет на очень быструю остановку, которая заставит самолет, чтобы передать вверх трудно, а затем лететь в обратном направлении, чтобы вернуться в точку, где QLOITER был введен , Если вы не уверены в силе вашего планера было бы хорошая идея, чтобы перейти к первому QHOVER, что приведет к гораздо более мягкому переходу, а затем перейти к QLOITER после того, как самолет замедлился.

# Помог полет с неподвижным крылом

Код QuadPlane также может быть настроен для предоставления помощи фиксированного кода крыла в любом режиме полета , кроме [MANUAL](http://ardupilot.org/plane/docs/manual-mode.html#manual-mode) . Чтобы включить поддержку четырехъядерных вы должны установить [Q\_ASSIST\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-speed) параметр воздушной скорости , ниже которого вы хотите помощь.

Когда [Q\_ASSIST\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-speed) ненулевая то квадроциклы моторы будут помогать и с устойчивостью и подъемной силы , когда воздушная скорость падает ниже этого порога. Это может быть использовано , чтобы летать на очень низких скоростях в [FBWA](http://ardupilot.org/plane/docs/fbwa-mode.html#fbwa-mode) режиме, например, или для вспомогательных автоматических взлетов с неподвижным крылом.

Предполагается , что вы делаете первые полеты с [Q\_ASSIST\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-speed) равным нулю , чтобы просто протестировать базовую функциональность и настраивать планера. Тогда попробуйте с [Q\_ASSIST\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-speed) выше скорости сваливания самолета , если вы хотите , что функциональность.

С выходом 3.7.0 дополнительный тип помощь предоставляется на основе ошибки отношения. Если [Q\_ASSIST\_ANGLE](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-angle) отличен от нуля , то этот параметр дает ошибку отношения в градусах выше которой помощь будет включена , даже если скорость полет выше Q\_ASSIST\_SPEED. Помощь отношение будет использоваться только тогда , когда Q\_ASSIST\_SPEED больше нуля.

Какая помощь Четырехъядерных моторы обеспечивают зависит от режима фиксированного крыла полета. Если вы летите в автономном режиме или полуавтономном то квадроцикл двигатели будут пытаться помочь с какой скоростью набора высоты и превратить скорость в режиме автономного полета хочет при помощи включена (то есть. Скорость полет ниже Q\_ASSIST\_SPEED или ошибка отношения выше Q\_ASSIST\_ANGLE) , В ручном режиме управления судным четырехъядерный будет пытаться оказывать помощь, которая подходит с пилотными входами.

Специфическая обработка является:

* В [автоматическом](http://ardupilot.org/plane/docs/auto-mode.html#auto-mode) режиме квадро обеспечат подъем , чтобы добраться до высоты следующей точки маршрута, и поможет превратить самолет в скорости контроллер навигации требовательная.
* В приборном крыла [мешкать](http://ardupilot.org/plane/docs/loiter-mode.html#loiter-mode) , [RTL](http://ardupilot.org/plane/docs/rtl-mode.html#rtl-mode) или волноводных моды Четырехъядерных двигатели будут пытаться помочь с какой скоростью набора высоты и превратить скорость контроллер навигации просит.
* В [КРУИЗЕ](http://ardupilot.org/plane/docs/cruise-mode.html#cruise-mode) или [FBWB](http://ardupilot.org/plane/docs/fbwb-mode.html#fbwb-mode) режиме квадро обеспечит подъем в соответствии с пилотами требовал скороподъемности (управляемую с шагом палочкой). Квадрафонических двигатели будут пытаться повернуть на опытном требовали скорости поворота (совмещение элерона и руля направления ввода).
* В [FBWA](http://ardupilot.org/plane/docs/fbwa-mode.html#fbwa-mode) режиме квадро Предположим , что входной шаг палки пропорционален скорости набора высоты пользователь хочет. Таким образом , если пользователь тянет обратно на поле наклеить квадроцикл моторов будет пытаться подняться, и если пользователь нажимает вперед на поле наклеить квадроцикл двигатели будет пытаться обеспечить стабильный спуск.
* В [AutoTune](http://ardupilot.org/plane/docs/autotune-mode.html" \l "autotune-mode) режиме квадро обеспечит такую же помощь , как и в [FBWA](http://ardupilot.org/plane/docs/fbwa-mode.html#fbwa-mode) , но это не очень хорошая идея использовать [AUTOTUNE](http://ardupilot.org/plane/docs/autotune-mode.html#autotune-mode) режим с высоким значением [Q\_ASSIST\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-speed) как помощь четырехъядерный будет мешать обучению усилений с неподвижным крылом.
* В [РУКОВОДСТВЕ](http://ardupilot.org/plane/docs/manual-mode.html#manual-mode) , [ACRO](http://ardupilot.org/plane/docs/acro-mode.html#acro-mode) и [ТРЕНИНГ](http://ardupilot.org/plane/docs/training-mode.html#training-mode) режимы Четырехъядерный двигатели полностью отключить. В этих режимах самолет будет летать только в качестве фиксированного крыла.
* В [СТАБИЛИЗАЦИИ](http://ardupilot.org/plane/docs/stabilize-mode.html#stabilize-mode) режима Четырехъядерных двигатели будут пытаться обеспечить подъем , если помощь включена.

# Вернуться к запуску (RTL)

При полете на QuadPlane у вас есть выбор из нескольких методов обработки возврата к запуску. Возможны следующие варианты:

* круг вокруг точки возврата в качестве фиксированного крыла
* летать как СВВП к точке возврата, то земля вертикально
* летать в качестве воздушных судов с неподвижным крылом, пока ближе к точке возврата затем переключиться на VTOL и землю вертикально

В каждом случае ключевым понятием является точка возврата. Это определяется как ближайшая точка ралли, или если точка ралли не определена , то домашнее местоположения. Смотрите [Rally Points](http://ardupilot.org/plane/docs/common-rally-points.html" \l "common-rally-points) страницы для получения дополнительной информации о точках ралли.

## Fixed Wing РТЛ

Поведение по умолчанию режима RTL такая же , как для неподвижного крыла. Он будет лететь до ближайшей точки ралли (или дома , если ни одна точка ралли не определена) и окружности в виде фиксированной крыло самолета об этой точке. Двигатели VTOL не будут использоваться , если самолет не упадет ниже воздушной скорости , определенной в [Q\_ASSIST\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-speed) . Высота самолет будет кружить на будет высота в точке ралли, или высота ALT\_HOLD\_RTL , если не используется точка ралли.

## VTOL РТЛ (QRTL)

Если вы хотите сделать возврат к запуску как СВВП (подобно Мультикоптер будет делать) , то вы можете использовать режим QRTL полета. Этот режим полета будет переход к VTOL полета , а затем лететь на [Q\_WP\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-wp-speed) скорости по направлению к точке возврата, на высоте[Q\_RTL\_ALT](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-rtl-alt) .

После того , как точка возврата достигается самолет начнет вертикальный спуск в сторону земли для посадки. Начальная скорость спуска устанавливается Q\_WP\_SPEED\_DN. После того , как самолет достигает высоты [Q\_LAND\_FINAL\_ALT](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-land-final-alt) то скорость спуска изменится [Q\_LAND\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-land-speed) на заключительном этапе посадки.

На заключительном этапе посадки самолета обнаружит посадку, ища, когда двигатель дроссельной СВВП падает ниже минимального порога в течение 5 секунд. Когда это произойдет, самолет будет разоружить и VTOL моторы остановятся.

## Гибридный RTL

Последний вариант для RTL в QuadPlane летать в качестве воздушных судов с неподвижным крылом , пока она не находится близко к точке возврата на котором он переключается на VTOL RTL , как описано выше. Чтобы включить этот тип гибридного режима RTL вам необходимо установить [Q\_RTL\_MODE](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-rtl-mode) параметр в 1.

Начальная высота , которая будет направлена в течение фиксированной части гибридного RTL крыла такой же , как для фиксированного крыла RTL. Вы должны установить свои точки высоту ралли и ALT\_HOLD\_RTL варианты соответственно , чтобы гарантировать , что самолет прибыл на разумный высоте для вертикальной посадки. Посадочная подход высотой около 15 метров , что хорошо для многих QuadPlanes. Это должно быть больше или равно [Q\_RTL\_ALT](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-rtl-alt) значений.

Расстояние от точки возврата в котором воздушное судно переходит из неподвижного крыла к VTOL полета устанавливается с помощью параметра RTL\_RADIUS, или , если это не установлен , то используется параметр WP\_LOITER\_RAD. Самолет будет замедляться по мере приближения точки возврата, стремясь к высоте , установленной [Q\_RTL\_ALT](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-rtl-alt) .

После того, как точка возврата будет достигнута самолет начинает снижаться, и земли, точно так, как описано в режиме VTOL RTL выше.

# Что случится?

Понимание гибридного самолета может быть затруднено в первой, так и ниже приведены некоторые сценарии и как код ArduPilot будет обрабатывать их.

## Я парю в QHOVER и переключиться в режиме FBWA

Самолет будет продолжать колебаться, ожидая пилота ввода. Если вы берете свои руки от палки при нулевом газе самолет будет продолжать удерживать текущую высоту и держать себя уровень. Он будет дрейфовать по ветру, как это не делает удержание позиции.

Если вы заранее ручку газа, то вперед двигатель дроссельной заслонки вверх и самолет начнет двигаться вперед. Четырехъядерные двигатели будут продолжать обеспечивать как подъем и стабильность в то время как самолет медленно двигается. Вы можете контролировать отношение к воздушному судну с входом дифферента и крен палочки. При использовании основного тона палку (лифт), который будет влиять на скорость набора высоты четырехугольника двигателей. Если вы тянете назад на лифте Четырехъядерных двигатели будут помогать с самолетом подъемом. Если нажать вперед на поле наклеить мощность на четырехъядерных двигатели будут уменьшаться, а самолет будет снижаться.

Входной дифферент и крен также регулирует отношение самолета, так что правый крен на низкой скорости приведет к самолету двигаться вправо. Это также приведет к самолету рыскания вправо (как код QuadPlane интерпретирует правый элерон в режиме фиксированного крыла, как заповедал очередь).

После того, как самолет достигает воздушную скорость [ARSPD\_FBW\_MIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#arspd-fbw-min) (или [Q\_ASSIST\_SPEED](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-assist-speed) , если это имеет значение , и больше , чем [ARSPD\_FBW\_MIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#arspd-fbw-min) ) сумма помощи Квадрафонических двигатели обеспечивают будут уменьшаться в течение 5 секунд. После этого самолет будет летать только в качестве фиксированного крыла.

## Я лечу быстро в режиме FBWA и переключаться в режим QHOVER

Четырехъядерные моторы будут немедленно начать и начать проведение самолета на текущей высоту. Скорость набора высоты / спуска в настоящее время устанавливается ручкой газа, с более высокой ручкой газа означает подъем и нижний рычаг газа смысл спуска. В середине палки самолет будет держать высоту.

Передний двигатель остановится, но самолет будет продолжать двигаться вперед из-за его импульс. Сопротивление воздуха будет постепенно довести его до остановки. Отношение самолета можно управлять с помощью крена и тангажа палочек (элероны и лифта). Вы можете рыскание самолета с рулем.

## Я лечу быстро в режиме FBWA и перейти в режим QLOITER

Четырехъядерный моторы будут немедленно заниматься, и самолет будет шаг вверх трудно, так как она пытается удержать позиции в положении он находился, когда вы перешли в режим QLOITER.

Самолет остановится очень быстро, и будет выполнять резервное копирование немного к месту, где QLOITER был введен. Движение летательного аппарата можно управлять с помощью крена и тангажа палочки (элерона и лифта). Вы можете рыскание самолета с рулем.

Скорость набора высоты / спуска в настоящее время устанавливается ручкой газа, с более высокой ручкой газа означает подъем и нижний рычаг газа смысл спуска. В середине палки самолет будет держать высоту.

## Переключиться в режим RTL при наведении

Воздушное судно будет переходить на фиксированный полет крыла. Четырехъядерные моторы будут оказывать помощь с подъемником и отношением, а вперед двигатель начинает тянуть самолет вперед.

Нормальный план полета самолета RTL будет выполняться, который по умолчанию кружить на высоте РТЛ над местом постановки на охрану или ближайшей точки ралли. Если у вас есть [RTL\_AUTOLAND](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#rtl-autoland) установка , то самолет будет делать фиксированное крыло посадку.

Если вы установите [Q\_RTL\_MODE](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-rtl-mode) 1 , то самолет будет переключаться на VTOL посадку , когда он приближается к точке возврата.

# Типичный полет

Типичный испытательный полет будет:

* Взлет в QLOITER или QHOVER
* переключатель в [FBWA](http://ardupilot.org/plane/docs/fbwa-mode.html#fbwa-mode) режим и заранее дроссель , чтобы начать полет с неподвижным крылом
* переключиться в режим QHOVER, чтобы вернуться в режим квадратора.

# Weathervaning и ветра Удерживать

Полет QuadPlane в значительных количествах ветров может представлять проблему. Вопрос заключается в том, что большое крыло поверхность обеспечивает большую площадь поверхности для ветра, чтобы взаимодействовать. Это может привести к снижению отношения и позиции управления и высокой нагрузкой двигателя и ESC.

Для того, чтобы уменьшить влияние ветра при полете в VTOL режимах код ArduPilot QuadPlane поддерживает две функции:

* Активный weathervaning
* Положение фиксации с использованием прямого двигателя

Вместе эти две функции могут значительно уменьшить влияние ветров на VTOL полет, удерживая самолет указал на ветер и уменьшение площади крыла подвергается воздействию ветра.

## Активный Weathervaning

Активный weathervaning действует , чтобы повернуть нос самолета на ветер при полете в положение контролируемых режимах VTOL. Вы можете включить активное weathervaning, установив [Q\_WVANE\_GAIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-wvane-gain) параметра в ненулевое значение. Значение по умолчанию не использовать активный weathervaning.

Как это работает автопилот смотрит на рулонной отношение, необходимое для управления в нужное положение. Основной алгоритм «превратится в рулон». Если самолет должен катиться вправо, чтобы удерживать позиции, то она будет поворачиваться в том направлении, в предположении, что правая рулет необходима для того, чтобы держать против ветра.

Как быстро самолет поворачивает задается параметром Q\_WVANE\_GAIN. Хорошее значение, чтобы начать с 0,1. Более высокие значения делают поворот самолета в рулон более быстро. Если значение слишком велико, то вы можете получить нестабильность и колебания в рыскания.

Чтобы справиться с небольшим количеством отделки в самолете есть дополнительный параметр [Q\_WVANE\_MINROLL](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-wvane-minroll) , который контролирует минимальный уровень крена , прежде чем будет использоваться weathervaning. По умолчанию это один градус. Если вы нашли ваш самолет начинает рыскание даже в отсутствии ветра , то вам может понадобиться , чтобы поднять это значение.

Активный weathervaning активен только в режимах VTOL и VTOL секция режимов AUTO (такие как VTOL и VTOL взлет посадка). Это не является активным в режимах QSTABILIZE и QHOVER, как те, которые не положение контролируемых режимов. Он активен в QLOITER, QLAND и режимы QRTL.

## Использование Forward Motor

В дополнении к активному weathervaning, код QuadPlane поддерживает использование переднего двигателя , чтобы удерживать уровень основного тона в режимах полета VTOL. Чтобы включить использование переднего двигателя для удержания позиции необходимо установить [Q\_VFWD\_GAIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-vfwd-gain) параметр в ненулевое значение.

Как это работает, чтобы посмотреть на двух факторах:

* навигационное отношение шаг воздушного судна
* разница между желаемой скоростью вперед и фактической скоростью поступательной

Они сочетаются с Q\_VFWD\_GAIN на рампу вверх и вниз дроссель на передней двигателя, с тем чтобы свести к минимуму тангажа самолета. Это сохраняет площадь крыла, подверженные ветрам минимизированы, которые могут уменьшить VTOL нагрузку двигателя.

Хорошее значение, чтобы начать с по Q\_VFWD\_GAIN составляет 0,05. Более высокие значения будут использовать передний двигатель более агрессивно. Если значение слишком велико, вы можете получить серьезные колебания высоты тона.

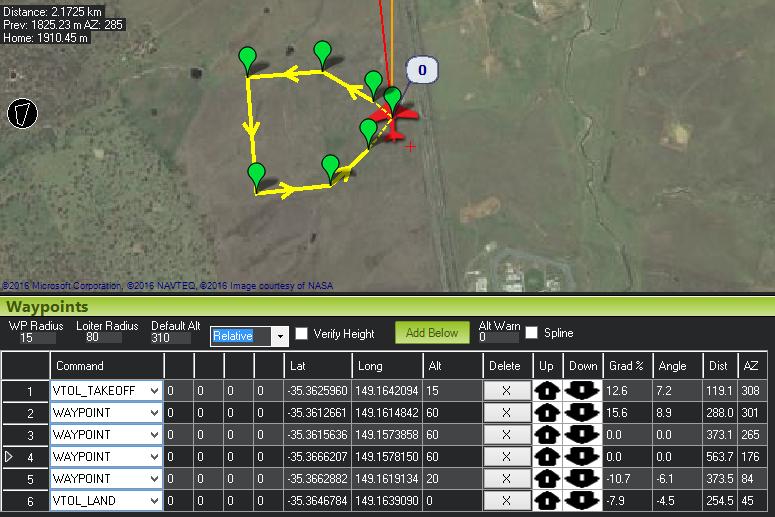
Обратите внимание , что вы также можете использовать обратную тягу на передней двигателя. Если [THR\_MIN](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#thr-min) параметр меньше нуля , то обратная тяга доступна и двигатель будет использовать обратную тягу , чтобы замедлить или двигаться в обратном направлении по мере необходимости. См [реверс тяги](http://ardupilot.org/plane/docs/automatic-landing.html#reverse-thrust) раздела в [автоматической посадке](http://ardupilot.org/plane/docs/automatic-landing.html#automatic-landing) документации для получения более подробной информации.

Как и в случае активного weathervaning, используя двигатель вперед включается только в положении контролируемых режимов VTOL. Это означает, что он не включен в режимах полета QSTABILIZE или QHOVER. Он доступен в QLOITER, QRTL, QLAND и в автоматическом режиме при выполнении команд полета VTOL.

[следующий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-auto-mode.html)[предыдущий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-flying.html)

# QuadPlane AUTO Missions

Вы можете задать код QuadPlane летать [AUTO](http://ardupilot.org/plane/docs/auto-mode.html#auto-mode) миссии, все от автоматического вертикального взлета, в смеси с неподвижным крылом и VTOL путевых точек и автоматизированных VTOL посадок. Результат является чрезвычайно универсальным воздушным судном , способным длительных миссий дальности с вертикальным взлетом и посадкой.

[](http://ardupilot.org/plane/_images/quadplane-vtol-mission.jpg)

## AUTO VTOL Взлет

Наиболее распространенное использование команд VTOL миссии в QuadPlane автоматический VTOL Взлет. Чтобы использовать VTOL взлет вы планируете автоматическую миссию, как обычно, с помощью редактора наземных станций миссии, но вместо команды NAV\_TAKEOFF для фиксированного крыла взлета вы вместо того, чтобы использовать команду NAV\_VTOL\_TAKEOFF для СВВПА взлета.

Единственный параметр к NAV\_VTOL\_TAKEOFF является высотой над точкой, где взлетным взлет является полным. После того, что высота достигает самолет будет двигаться к следующей точке маршрута, переход к фиксированному полету крыла по мере необходимости. Широта и долгота команды NAV\_VTOL\_TAKEOFF игнорируются.

## AUTO VTOL Landing

Есть несколько способов для выполнения автоматического VTOL посадки. Проще всего включить команду NAV\_VTOL\_LAND в вашей миссии. Эта команда должна использовать высоту нуля, и есть широта и долгота посадочного положения.

При использовании NAV\_VTOL\_LAND важно иметь правильное горизонтальное расстояние между этой точкой маршрутом и предыдущим. Как только самолет начинает на Точке NAV\_VTOL\_LAND он перейдет VTOL полет, что означает, что он начнет летать гораздо медленнее, чем это происходит в фиксированном полет крыло. Таким образом, вы должны поставить предыдущей путевой точки правильное расстояние от точки посадки. Если это слишком далеко от точки посадки, то самолет будет тратить много времени в VTOL полета, который будет тратить батарею. Если это слишком близко к точке посадки, то он должен будет остановить очень резко, чтобы приземлиться.

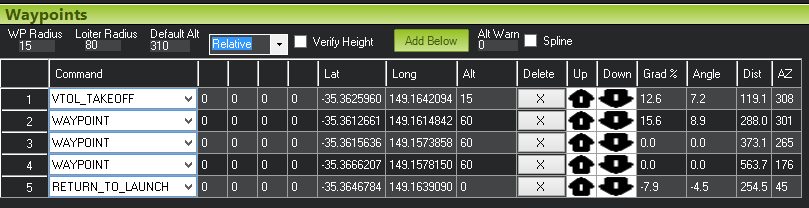
Для большинства малых QuadPlanes расстояния между 60 и 80 м от последней точки маршрута до точки посадки хорошо. Для большого быстрее летающего QuadPlanes вам потребуется большее расстояние.

Также убедитесь, что высота последней точки маршрута выбирается в пределах разумной высоты посадки. Заход на посадку СВВПА будет осуществляться на любую высоту воздушного судна находится в, когда он начинает на Точке NAV\_VTOL\_LAND. Таким образом, вы, как правило, хотят, чтобы предыдущая точка маршрута, чтобы иметь высоту около 20 метров над землей.

## Вернуться к Launch

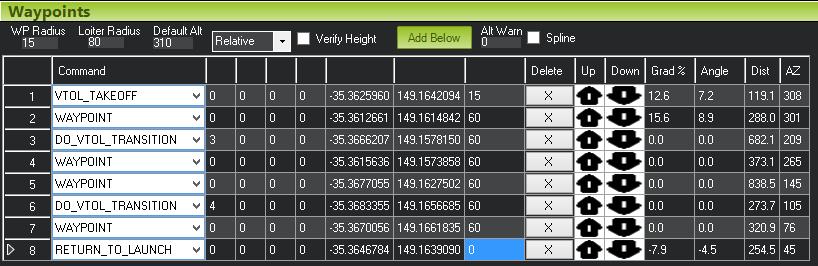
Alternaive с помощью команды NAV\_VTOL\_LAND заключается в использовании команды RETURN\_TO\_LAUNCH, и установить [Q\_RTL\_MODE](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-rtl-mode) параметр в 1.

Преимущество использования RETURN\_TO\_LAUNCH с множеством Q\_RTL\_MODE является то , что воздушное судно будет автоматически использовать фиксированный полет крыла до тех пор , пока он получает в [RTL\_RADIUS](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#rtl-radius) точки возврата. Это делает его легче планировать миссии с СВВП посадки из любой летающей области.

[](http://ardupilot.org/plane/_images/quadplane_RTL.jpg)

## Смешивание VTOL и Fixed Wing Flight

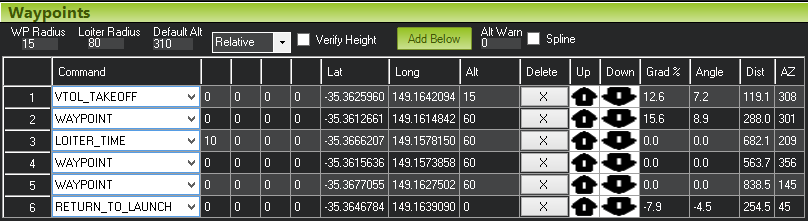
Смешать с неподвижным крылом и VTOL полет в одной миссии вы можете использовать команду DO\_VTOL\_TRANSITION в вашей миссии. Команда DO\_VTOL\_TRANSITION принимает один параметр. Если параметр установлен на 3, то самолет будет переведен в режим VTOL. Если параметр установлен в положение 4, то она будет меняться в режим с неподвижным крылом.

[](http://ardupilot.org/plane/_images/quadplane-vtol-transition.jpg)

В приведенном выше примере самолет будет делать VTOL взлет, то он будет лететь в точке маршрута 1 в качестве воздушных судов с неподвижным крылом. Затем он переключается в режим VTOL и летать как СВВП через путевые точки 4 и 5, то он переключится обратно на фиксированный полет крыла достичь Точки 7, пока, наконец, лечит домой и посадки как СВВП (предполагается, что Q\_RTL\_MODE установлен в 1 ).

## Парящий в миссии

Установив [Q\_GUIDED\_MODE](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-guided-mode) параметр на 1 ваш quadplane будет обрабатывать команды задерживаться в [Guided режиме](http://ardupilot.org/plane/docs/guided-mode.html" \l "guided-mode) и в AUTO миссиях как СВВП. Например, следующие миссии:

[](http://ardupilot.org/plane/_images/quadplane-loiter-time.jpg)

самолет будет пауза при наведении на 10 секунд в Точке 3. Он будет летать остальную часть миссии в качестве фиксированного крыла самолета. Это может быть очень полезно для получения хороших фотографий в ряде мест в миссии во время полета большой части миссии в качестве эффективного воздушных суден с неподвижным крылом.

# Ведомый режим

В дополнение к режиму AUTO, вы можете также использовать QuadPlane в [волноводной моды](http://ardupilot.org/plane/docs/guided-mode.html#guided-mode) . Чтобы использовать поддержку СВВП в режиме Guided вам необходимо установить [Q\_GUIDED\_MODE](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#q-guided-mode) параметр в 1. Если установлено, GUIDED поведение режима изменится таким образом , чтобы удерживать позиции в пункте назначения будет сделано как VTOL парить , а не фиксированной окружности крыла.

Подход к управляемой точке маршрута будет сделано в виде фиксированного крыла самолета. Переход к VTOL полета начнется в [WP\_LOITER\_RAD](http://ardupilot.org/plane/docs/parameters.html#wp-loiter-rad) радиус в метрах. Это должно быть установлено соответствующим образом для вашего самолета. Значение 80 метров хорошо для широкого круга QuadPlanes.

При наведении на пункте назначения в Guided режима, если новое экскурсионное назначение дается то воздушное судно будет переходить обратно в фиксированный полет крыла, лететь на новое место, а затем парить снова в режиме VTOL.

[следующий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-simulation.html)[предыдущий](http://ardupilot.org/plane/docs/quadplane-weathervaning.html)

**QuadPlane Моделирование**

Простая модель QuadPlane доступна в Sitl, что позволяет протестировать возможности коды QuadPlane без риска реального самолета.

Вы можете запустить его, как это:

sim\_vehicle **.** ру **-** J4 **-** е quadplane **-** консоль **-** карта

Для визуализации самолета можно использовать FlightGear в режиме только для просмотра. Результаты моделирования будет FlightGear совместимого состояние на порт UDP 5503. Start FlightGear используя **fg\_plane\_view.sh** сценарии , представленный в **Tools / автотесты** каталоге.

Обратите внимание, что, чтобы получить хорошие декорации для FlightGear это лучше всего использовать крупный аэропорт. Я, как правило, чтобы проверить в аэропорту Сан-Франциско, как это:

sim\_vehicle **.** ру **-** L KSFO **-** е quadplane **-** консоль **-** карта

С помощью модуля джойстика с адаптером USB для вашего передатчика дает удобный способ, чтобы привыкнуть к управлению QuadPlane перед полетом.

Если полет на KSFO есть пример миссии доступны с VTOL взлета и посадки:

WP нагрузки **../** Инструменты **/** автоиспытания **/** ArduPlane **-** Missions **/** KSFO **-** VTOL **.** текст

Как обычно, вы можете отредактировать задание, используя «модуль загрузки misseditor»