



Конструктор программируемого квадрокоптера

Руководство по эксплуатации

Перед использованием данного изделия внимательно прочитайте данный документ и сохраните его для дальнейшего использования



Разработано и произведено ООО "Центром робототехники",
www.robocenter.net ул. Комсомольская, 1, Владивосток

Содержание

Содержание	1
Назначение и область применения	2
Состав набора	2
Аппаратная часть	2
Программная часть.....	2
Эксплуатация.....	3
Техника безопасности.....	3
Обзор основных элементов комплектации.....	3
Аппаратная часть	3
Необходимое программное окружение.....	7
INAV Configurator	8
Mur IDE	13
Первый запуск.....	13
Настройка PID-регулятора.....	15
Сборка квадрокоптера.....	15
Установка ремней	16
Установка опорных стоек.....	17
Установка пропеллеров.....	17
Установка защит для пропеллеров.....	18
Установка аккумулятора	19
Заряд аккумулятора	19
Гарантийные обязательства	19

Назначение и область применения

Программируемый квадрокоптер является БПЛА (беспилотным летательным аппаратом) с возможностью автономного использования, обладающим компьютерным зрением на базе python-библиотеки OpenCV, а также TPU-ускорителем Google Coral.

Для полноценного использования и настройки аппарата необходим любой персональный компьютер (ноутбук), а также кабель USB Type-C.

Состав набора

Аппаратная часть

№	Наименование элемента	Кол-во
1	Дрон (рама с бесколлекторными двигателями и бортовой электроникой)	1
2	Пропеллер	4
3	Комплект защит пропеллеров	1
4	Опорные стойки	2
5	Аккумуляторная батарея	1
6	Зарядное устройство	1
7	Комплект крепежа	1
8	Пульт управления	1
9	USB-кабель	1

Программная часть

№	Наименование	Описание модуля
1	MUR_IDE	ПО, позволяющее пользователю программировать на ПК действия квадрокоптера
2	ПО бортового компьютера	Обеспечивает взаимодействие бортового компьютера с остальными устройствами конструктора, подключенного к нему

Эксплуатация

Техника безопасности

Перед работой с набором необходимо ознакомиться с инструкцией, особое внимание, уделяя вопросам безопасности.

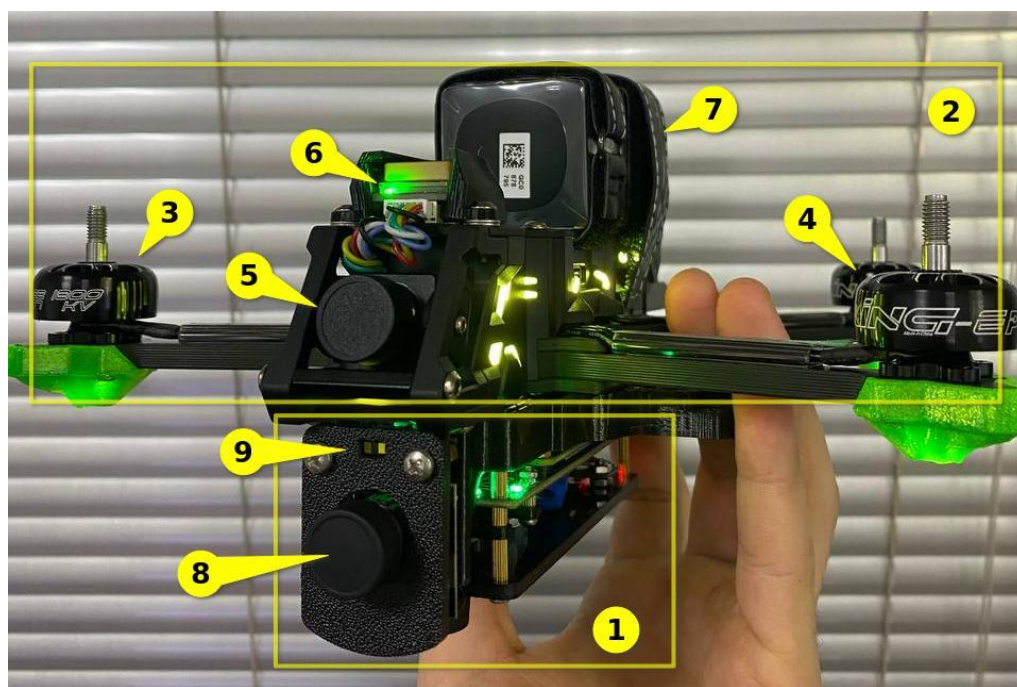
Использование квадрокоптера пользователями в возрасте до 18 лет допускается только под наблюдением взрослых, обеспечивающих безопасное состояние приборов, инструментов, рабочих мест и оборудования.

Перед запуском необходимо выполнить предполетный осмотр квадрокоптера, проверив исправность всех систем. Также перед запуском необходимо поставить квадрокоптер на учет. Запуск квадрокоптера должен выполняться в безопасном воздушном пространстве (защитная сетка) в помещении. Запуски квадрокоптера на открытом воздухе должны производиться со строгим выполнением требований законодательства РФ к учету и использованию беспилотных летательных средств.

Не подвергайте изделие сильным ударам.

Обзор основных элементов комплектации

Аппаратная часть



Аппаратную часть можно условно разделить на 2-е категории - основную **2** и вспомогательную - **1**.

Основная **(2)** представлена следующими компонентами:

- Рама.
- Винтомоторная группа – **3,4**.
- FPV камера – **5**.
- Магнитометр – **6**.
- Внешний аккумулятор – **7**.
- Полётный контроллер.
- Акселерометр.
- Гироскоп.
- Барометр.
- Драйвер моторов.
- Видео передатчик FPV камеры.
- Радиоприёмник.

В свою очередь, вспомогательная **(1)** представлена следующими компонентами:

- Лидар – **9**.
- Передняя камера – **8**.
- Нижняя камера.
- Микрокомпьютер Raspberry Pi Compute Module – **4**.
- Оптический датчик.
- TPU-ускоритель Google Coral.

Обратите внимание: Акселерометр, гироскоп и барометр являются частями полётного контроллера. FPV камера предназначена для использования с FPV шлемом, в свою очередь передняя и нижняя камеры используются для компьютерного зрения.

Проверка технического состояния

- Перед эксплуатацией аппарата убедитесь в отсутствии повреждений и переломов изоляции всех кабелей.
- Перед эксплуатацией аппарата в воде необходимо убедиться в том, что все кабели движителей надежно зафиксированы гайками.
- Необходимо убедиться, что аккумулятор заряжен.

Радиопульт



Для начала необходимо оборудовать пульт батареей питания, отсек для которой находится с тыльной стороны. Пульт оснащён:

- Два двухпозиционных тумблера/переключателя (3, 4)
- Два трёхпозиционных тумблера/переключателя (5, 6)
- Два стика управления осями, где:
 - Левый стик (1) по вертикали отвечает за величину газа (throttle), по горизонтали за рысканье (yaw).
 - Правый стик (2) по вертикали за тангаж (pitch), по горизонтали за крен (roll).

Перед включением **необходимо**:

- Выставить **левый стик 1** в крайнее **нижнее положение** - величина газа будет равняться нулю.
- Все **тумблеры 3 4 5 6** перевести в крайнее **нижнее положение** - в таком виде они считаются отключенными.

После этого, для включения необходимо **зажать центральную кнопку 7** в течении **3-4 секунд** - в это время должно загореться табло и появится индикация загрузки. Если рекомендации выше не были соблюдены, на экране появится предупреждение.

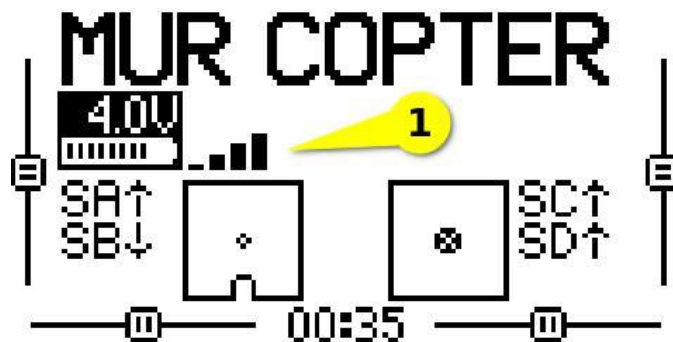
Далее необходимо произвести связывание радиопульта с приёмником на аппарате. Делается это автоматически, однако стоит учитывать, после подачи питания на аппарат (хватает подключения и по USB Type-C), **приёмник** пытается связаться со своим **пультом**, на который он

был предварительно настроен. Если в течении **20-30 секунд** приёмник не смог найти свою пару (радиопульт), то он переходит в режим сна.

Поэтому для удачного связывания необходимо:

- Включить радиопульт,
- Включить аппарат,
- Проверить наличие подключения.

Наличие подключения можно увидеть на **радиопульте (1)**. А также можно проверить приём данных приёмником, соотнося изменение положения стиков/тумблеров с данными на странице **Receiver** в конфигураторе **INAV**, речь о котором будет дальше. Если связать не удастся, попробуйте **отключить** аппарат от питания, **радиопульт выключить** и повторить инструкцию подключения заново.



FPV-шлем



FPV-шлем даёт возможность получать видеопоток в режиме реального времени при помощи видеопередатчика, расположенного внутри аппарата. Предварительно следует убедиться, что у квадрокоптера установлена **антенна видеопередатчика** - место подключения находится **ниже разъёма питания**. Фото приложено далее, в разделе **Первый запуск**.

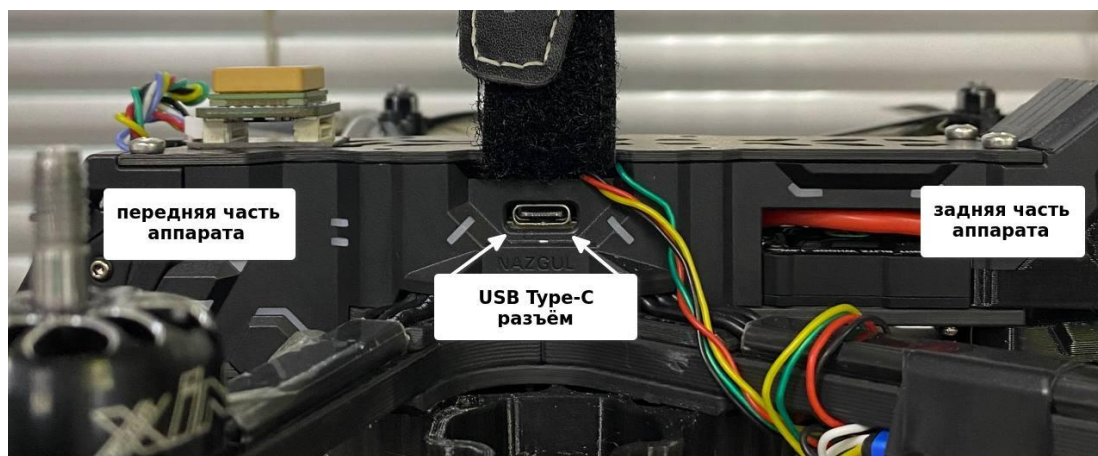
Для лучшего сигнала следует разместить антенны шлема в разъёмы **(1)**. Для зарядки шлема используется разъём **Micro USB (4)**. Чтобы включить шлем необходимо **зажать кнопку (3)** на пару секунд, после чего экран должен загореться. Затем необходимо подключить аппарат к внешнему источнику питания, для того чтобы **видеопередатчик** начал работу. Как только данные пункты будут выполнены, можно приступить к поиску активного канала, нажав кнопку **(2)**. Поиск производится автоматически и выбирается канал с самым лучшим соединением. Так же, шлем имеет возможность записи видеопотока, для этого необходимо в разъём **(6)** установить **SD-карту** и нажать кнопку **(5)**.

Необходимое программное окружение

Для начала необходимо скачать конфигуратор полетного контроллера **INAV** с версией **6.1.0** - [ссылка на страницу для скачивания](#). В разделе **Assets** выберите сборку, подходящую под вашу операционную систему. Вероятнее всего ваш выбор будет **win32** или **win64**.

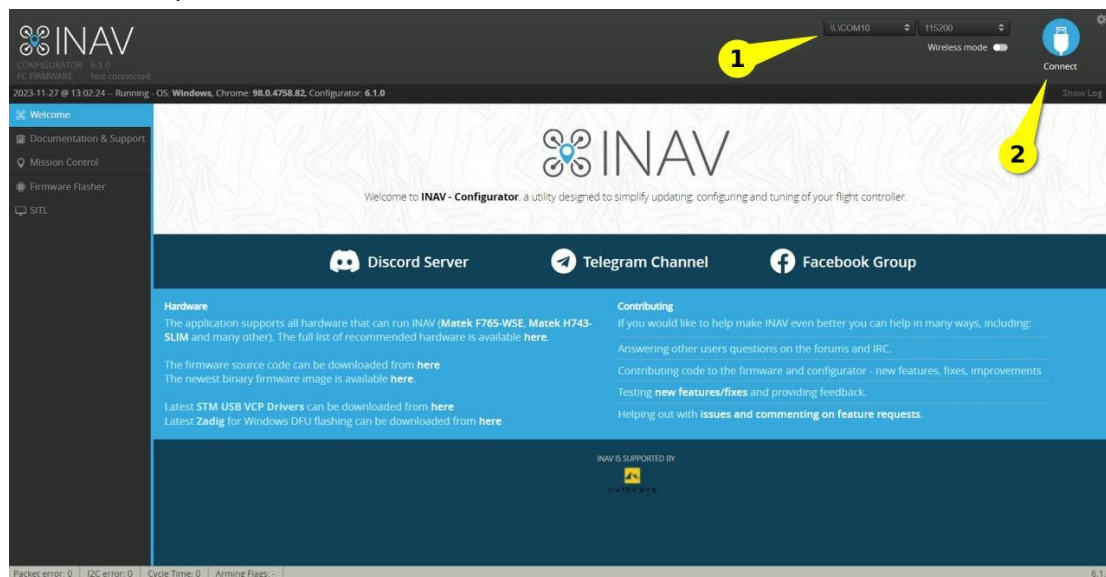


После скачивания и установки нужно подключить полётный контроллер аппарата к компьютеру, посредством кабеля USB Type-C. Type-C разъём находится в левой части корпуса аппарата.

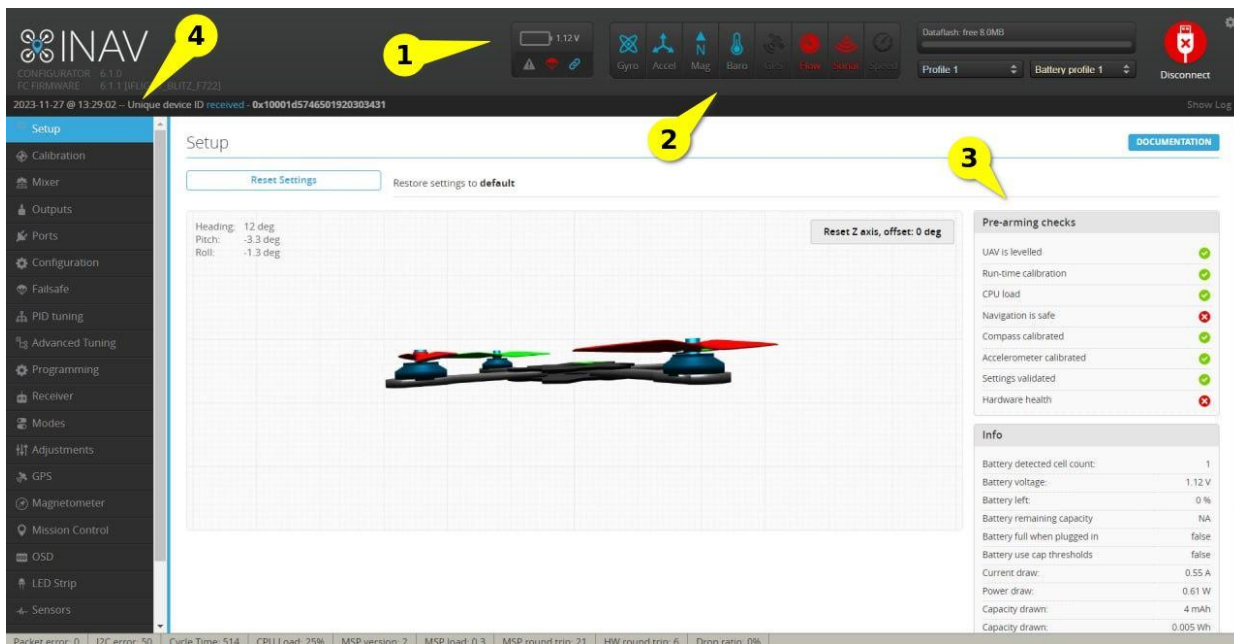


INAV Configurator

Зайдите в **INAV Configurator**. При подключении к аппарату автоматически будет выбран активный COM-порт **(1)**. Нажмите Connect **(2)**.



После подключения появится главное меню - **Setup**. В данном примере внешний аккумулятор питания аппарата не подключен, поэтому запрашивается только основная часть всех подключенных устройств, и уровень заряда равен **1.12V (1)**. При подключении внешнего источника стандартной комплектации уровень напряжения будет соответствовать диапазону от **19.2V до 25.2V**.



Далее следует перечисление периферии возможной к подключению и статус уже подключенной (2), где световая индикация означает:

- **Синий** - устройство запитано и готово к работе.
- **Красный** - устройство ожидается к работе, но работает некорректно, нет питания.
- **Нет цвета** - устройство не ожидается к работе.

В данном примере не работают 2 датчика - **Flow** и **Sonar**, из-за того, что им не хватает питания с полетного контроллера, необходимо повторить запуск с использованием внешнего аккумулятора.

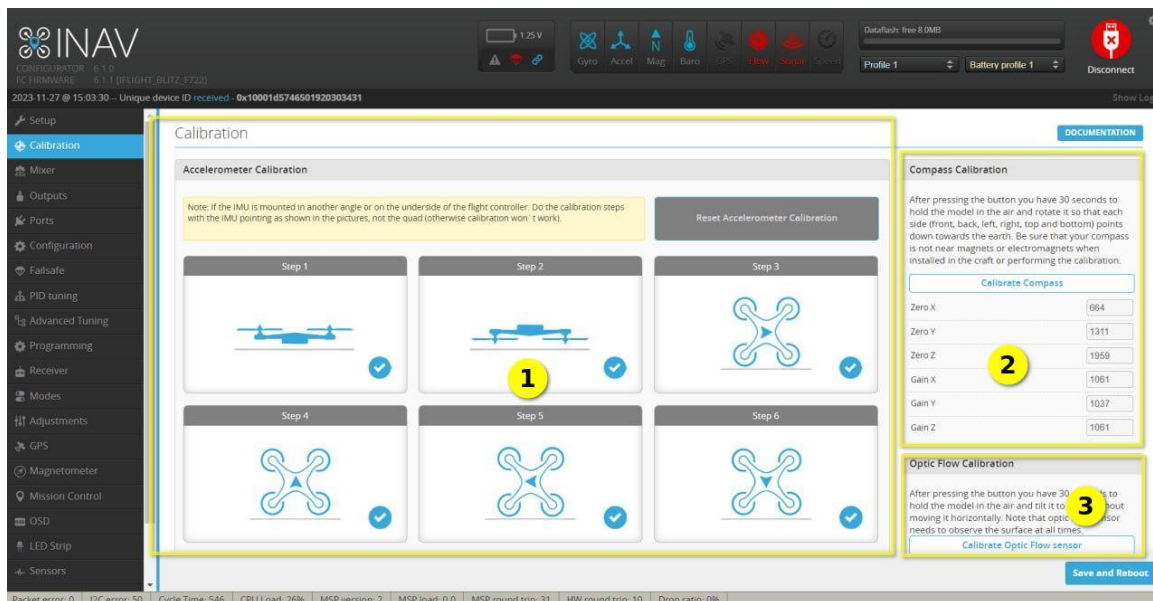
В боковой панели **Pre-arming check** (3) перечислен список программного тестирования перед началом работы, где:

- **Галочка** - проверка этапа тестирования пройдена.
- **Крестик** - проверка этапа тестирования не пройдена.

Если любой из этих пунктов не пройден, то **аппарат не начнет работу** (моторы будут отключены). В данном примере не пройдены проверки **Navigation is safe** - навигация безопасна, и **Hardware health** - состояние оборудования, все так же из-за двух неработающих датчиков.

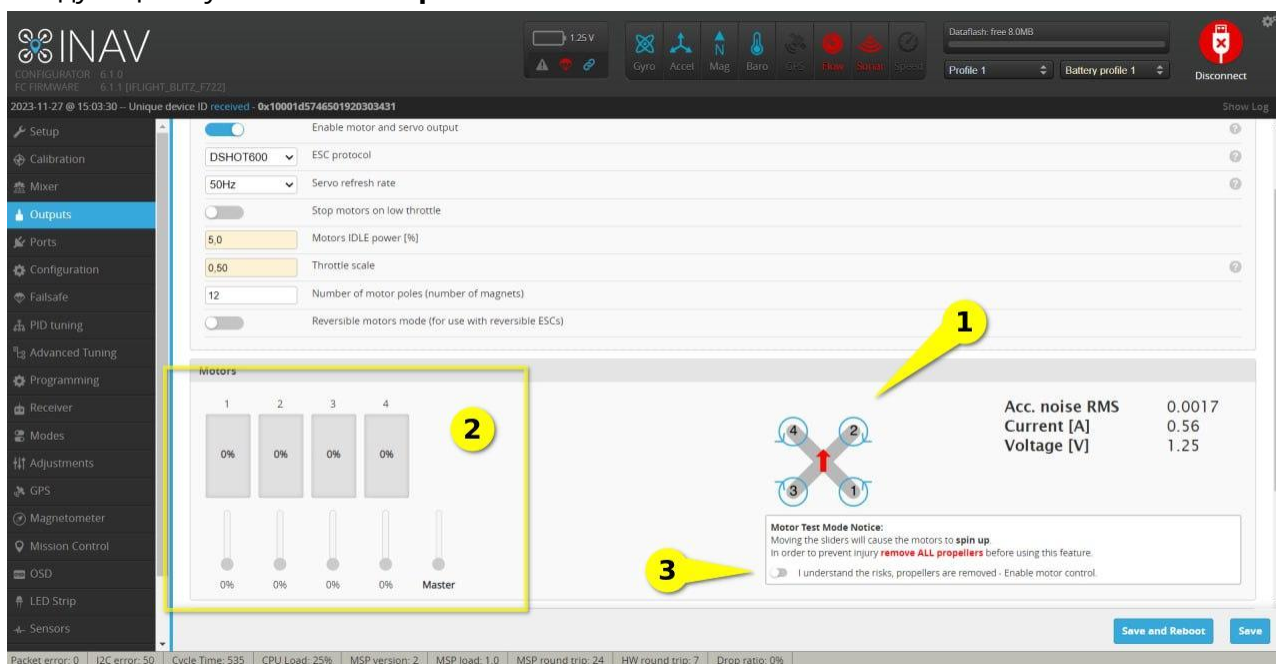
Поэтому если во время начала работы с аппаратом нет понимания, почему он не работает, первое что необходимо сделать, подключится к конфигуратору **INAV** и обратиться к пунктам **2** и **3**.

Далее в меню (4) выберите пункт **Calibration**:

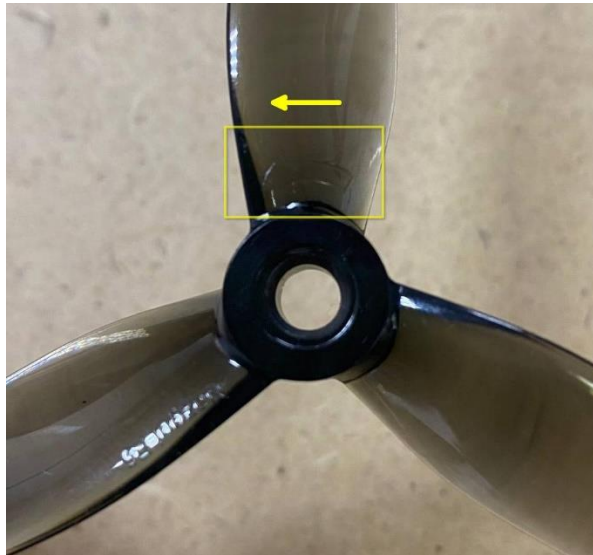


На данной странице выполняется калибровка - **акселерометра (1), магнитометра (2) и оптического датчика (3)**. Предварительно все датчики были откалиброваны и проверены на работоспособность, но настоятельно рекомендуем проделать процедуру настройки еще раз для **магнитометра (2)**, так как его показатели сильно зависят от геолокации. Для начала настройки следует нажать на кнопку **Calibrate Compass**. После нажатия у вас будет 30 секунд, в течение которых вы должны вращать аппарат - попеременно отклонять его на 90 градусов из горизонтального положения по осям крена и тангажа. В конце калибровки значения параметров в таблице (2) должны измениться, если этого не произошло - **повторите настройку**.

Следующий пункт меню **Outputs**:

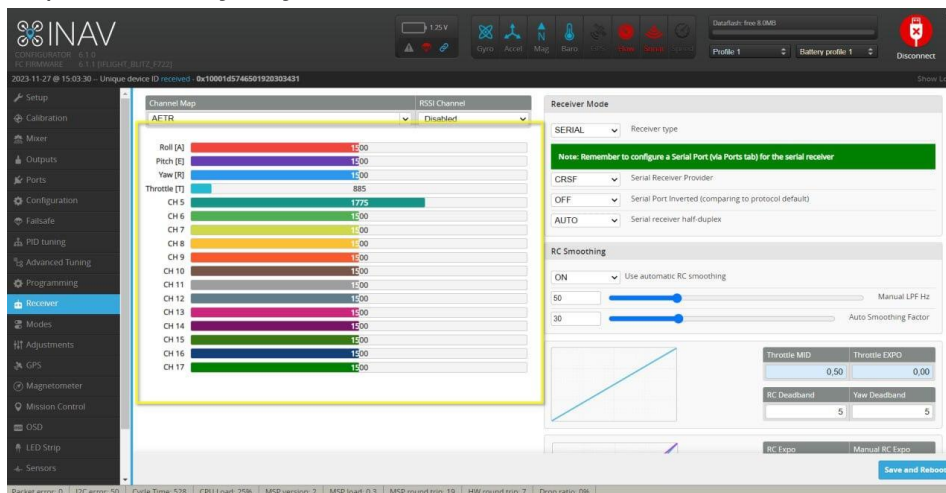


В данной части программы происходит настройка двигателей. В нижней части страницы есть схематичное представление аппарата **(1)** с учетом его положения (красная стрелка указывает на переднюю часть квадрокоптера), а также **направлением вращения двигателей**. При установке винтовой части на аппарат внимательно соотнесите направление вращения винта (на винте стрелкой указывается направления вращения) с направлением вращения двигателя.



В процессе работы, бывает необходимо запустить двигатели независимо от радиопульта. Для этого необходимо переключить кнопку включения моторов **(3)** и ползунками выставить необходимую тягу **(2)**. Следует уточнить, что двигатели запустятся при условии их инициализации, которая произойдет только при наличии внешнего питания.

Переходим к пункту меню **Receiver**:



На данной странице мы можем наблюдать все каналы управления аппаратом. При наличии активного подключения радио-пульта с приёмником, изменения положений стиков/тумблеров будут отражаться на значениях каналов. Это достаточно удобно, когда необходимо понять какой стик/тумблер за что отвечает.

Последний пункт меню **Modes:**

В данном разделе производится настройка режимов полёта. Рассмотрим режимы используемые в стандартной сборке аппарата.

- **ARM.** Режим разблокировки моторов перед полётом, после которого квадрокоптер начинает реагировать на движение стика газа. Аналог холостого газа. С данного режима начинается любое взаимодействие с аппаратом, как и в автономном, так и в телеуправляемом режиме.
- **ANGLE.** Режим автоматического выравнивания крена и тангажа. Обеспечивает горизонтальное положения в воздухе с ограничением максимального угла наклона. Используется вместе с **ARM.**
- **AIR MODE.** Режим полёта, в котором используется PID-регулирование для обеспечения выравнивания положения относительно данных, передаваемых на оси. Используется вместе с **ARM.**
- **SURFACE и NAV POSHOLD.** Эти два режима используются в совокупности. Активируют возможность удержания позиции аппарата в пространстве, уменьшают скольжение. Для лучшей стабилизации необходимо контрастное покрытие. Следует отметить, что при активации данных режимов ARM не будет разрешен, предварительно нужно активировать ARM.
- **MSP RC OVERRIDE.** Активация автономного режима. В данном режиме любые скрипты запущенные в **Mur IDE** будут перезаписывать данные, приходящие с радиопульта.

Следует уточнить, что на радиопульт установлено управление режимами:

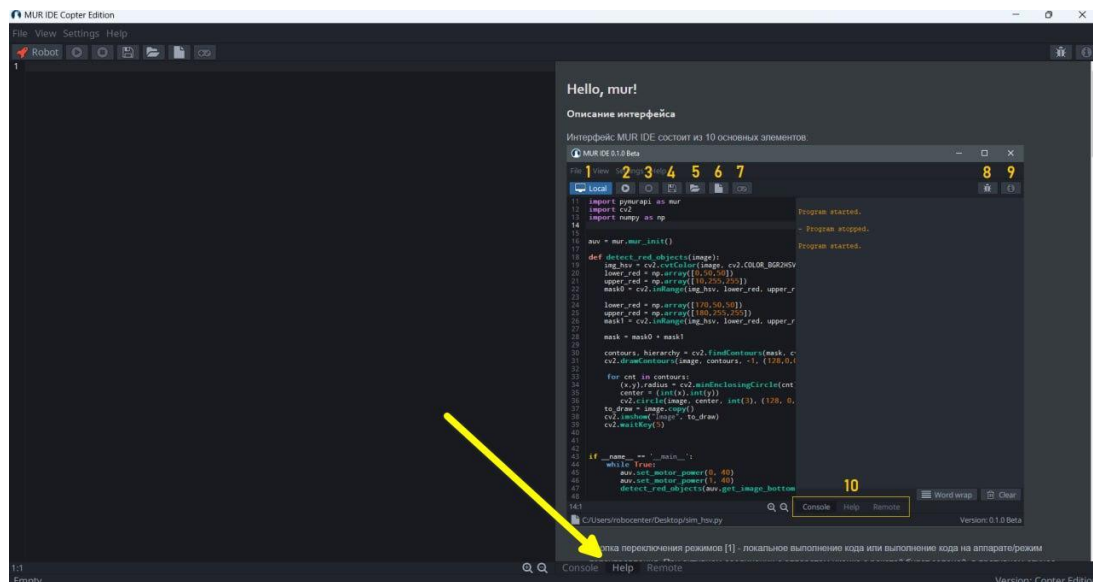
- **ARM, ANGLE, AIR MODE** - канал 5 (крайний левый тумблер, на фото радиопульта обозначен номером 3)
- **MSP RC OVERRIDE** - канал 6 (крайний правый тумблер, на фото радиопульта обозначен номером 4).
- **SURFACE, NAV POSHOLD** - включаются программно.



Для активации дополнительных режимов или добавления еще одного канала управления режимами следует нажать **Add Range (1)**. Канал, отвечающий за управление режимом, выбирается в выпадающем списке **(2)**. Текущее положение переключателя демонстрируется риской синего цвета **(3)**. Диапазон значений, для активации режима, можно выбрать путем перемещения двух крайних положений **(4)**.

Mur IDE

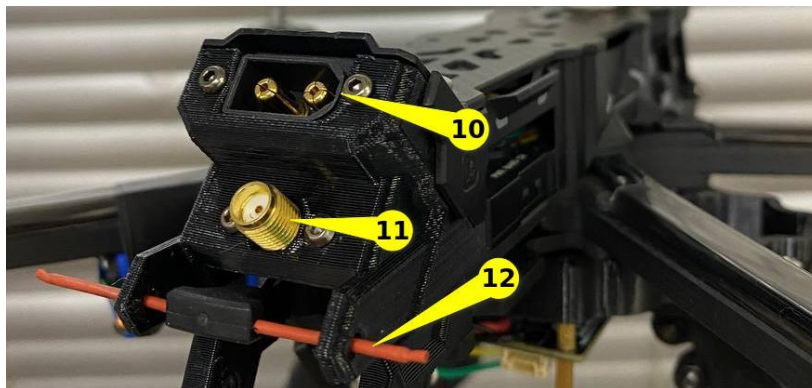
Для возможности запуска аппарата в автономном режиме, вам необходимо скачать установщик MUR IDE (Copter Edition) [ссылка на скачивание](#). После установки, вы можете перейти в раздел **Help** для ознакомления с функционалом программы.



Первый запуск

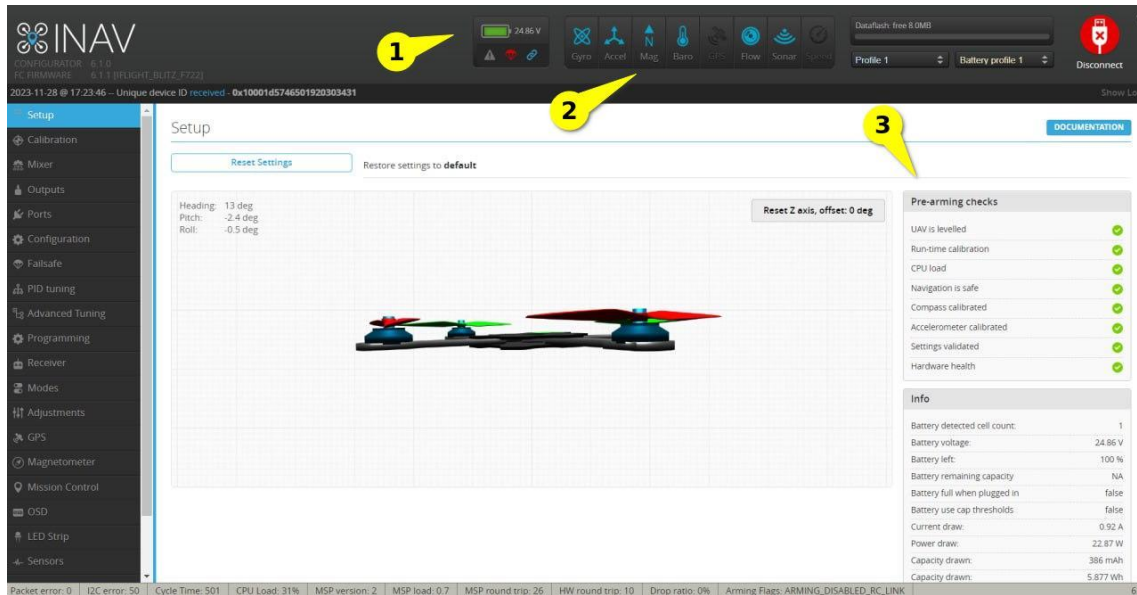
Настоятельно рекомендуем, если вы не имели опыта взаимодействия с квадрокоптерами, следовать этим рекомендациям:

- **Первый запуск желательно провести без винтов и от внешнего источника питания.**
 - На данном этапе вы сможете проверить работоспособность всей периферии, попробовать запустить аппарат, наглядно увидеть направление вращения двигателей.
- Предварительно не забудьте **включить радиопульт** для успешного связывания. Если этого не сделать, то через некоторое время аппарат начнет издавать попеременный звуковой сигнал, напоминая о том, что он включен и не имеет связи с радиопультсом.



Для того чтобы запитать квадрокоптер от внешнего аккумулятора, следует подключить батарею в разъём **(10)** (Так же на фото можете наблюдать разъём под антенну видеопередатчика **(11)** и антенну приёмника **(12)**)

При подключении питания вы услышите **звуковое оповещение** об инициализации двигателей и запуске системы в целом. Если подключиться к конфигуратору **INAV** можно проверить **уровень заряда** батареи **(1)**, статус тестирования **(3)**, инициализацию компонентов **(2)** и наличие соединения приёмника с радиопультом.



Если при подключении питания квадрокоптер не прекращая сигнализирует звуком, то с большей долей вероятности какой-то из компонентов не смог инициализироваться.

Решением данной проблемы может быть проверка контактных соединений и/или перезагрузка аппарата.

Следует обратить внимание на инициализацию вспомогательной части, в лице микрокомпьютера Raspberry Pi. Её можно отследить при помощи LED-индикации в момент запуска, где:

- **Голубой цвет** - запуск системы.
- **Переменное мерцание голубого цвета** - процесс инициализации компонентов.
- **Зеленый/Жёлтый** - рабочее состояние, отражает уровень заряда аппарата.

На данном этапе мы убедились в успешной инициализации всей периферии, поэтому можем запускать аппарат. Необходимо перевести тумблер **(3)** радиопульта в **крайнее верхнее положение** - активировать двигатели. При успешном запуске, двигатели начнут вращаться в холостом режиме. Можно попробовать поворачивать стики радиопульта, но будьте осторожны, придерживайте аппарат во избежание непредвиденных ситуаций.

Имейте в виду, что, если **что-то идет не так**, вы можете отключить аппарат, изменив положение тумблера активации движителей **(3)**.

Для активации автономного режима, следует активировать моторы при помощи тумблера **(3)**, а также дополнительно включить автономный режим - перевести тумблер 4 в **крайнее верхнее положение**. Порядок включения не важен.

- После того, как вы убедились в успешности инициализации всей периферии и её работоспособности, отключите аппарат от питания и установите винты на движители, соблюдая их направление вращения.

Пробуйте взлетать в телеуправляемом режиме, понемногу добавляя уровень газа и контролируя оси крена и тангажа. Используйте FPV-шлем, для лучшего ориентирования в пространстве во время полёта. После того, как привыкните, можно пробовать использовать автономный режим через **Mur IDE**. Помните, что любое неконтролируемое движение квадрокоптера, можно избежать **деактивировав движители**.

Настройка PID-регулятора

ПИД-регулятор — это пропорционально-интегрально-дифференциальный метод стабилизации положения квадрокоптера - как и удержания баланса, так и компенсации любых отклонений. При помощи данного регулятора, полётный контроллер, вычисляет величину ошибки/отклонения, как разницу между текущим показателем и её желаемым значением. В данном случае **показателями** являются данные, получаемые с датчиков полётного контроллера – акселерометра и гироскопа. ПИД-регулятор занимает важную часть в настройке квадрокоптеров. Повторять процедуру настройки следует каждый раз, после внесения изменений в конструкцию аппарата. Предварительно, каждый квадрокоптер был настроен и откалиброван, но мы настоятельно рекомендуем самостоятельно разобраться с данной темой. В дополнение прикладываем видео, демонстрирующее поэтапную настройку - [ссылка на видео](#)

Сборка квадрокоптера

Программируемый квадрокоптер поставляется в частично разобранном виде.



Перед началом полетов пользователю необходимо установить:

1. опорные стойки,
2. пропеллеры,
3. защиту для пропеллеров,
4. ремни для крепления аккумулятора.

Установка ремней

Для фиксации аккумулятора на раме квадрокоптера необходимо закрепить два ремня, способом, который изображен на фото (широкий ремень располагается в задней части рамы, узкий - в передней).



Для облегчения процесса установки можно ослабить винты верхней пластины и приподнять её.

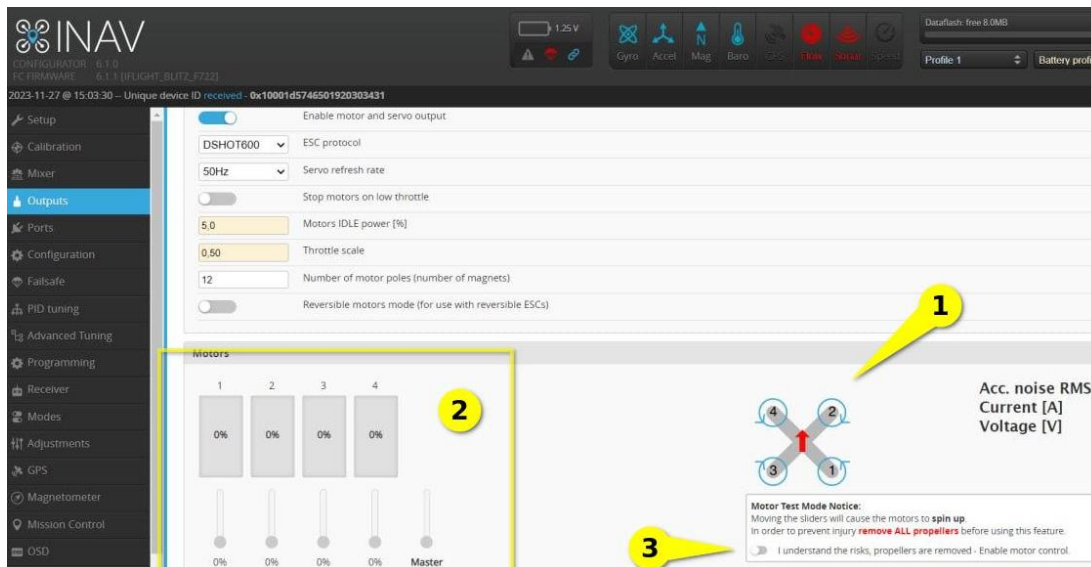
Установка опорных стоек

Закрепите опорные стойки на раме с помощью четырех винтов, как показано на фото.



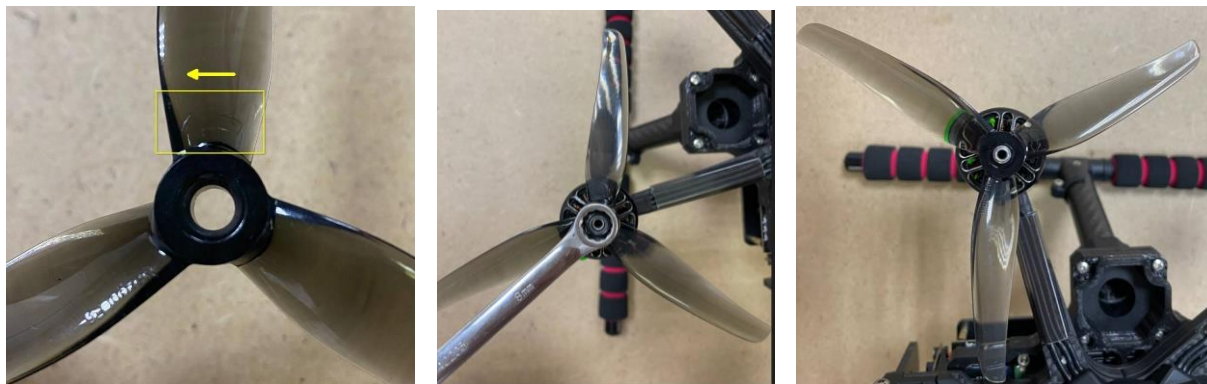
Установка пропеллеров

Винты устанавливаются на моторы согласно схеме (см. пункт INAV Configurator).



В нижней части страницы есть схематичное представление аппарата **1** с учетом его положения (красная стрелка указывает на переднюю часть квадрокоптера), а также **направлением вращения двигателей**. При установке винтовой части на аппарат внимательно соотнесите направление вращения винта (на винте стрелкой указывается направления вращения) с направлением вращения двигателя.

Закрутить винты необходимо с помощью ключа таким образом, чтобы винт крутился вместе с мотором. Если винт можно провернуть независимо от мотора, то его необходимо затянуть сильнее.



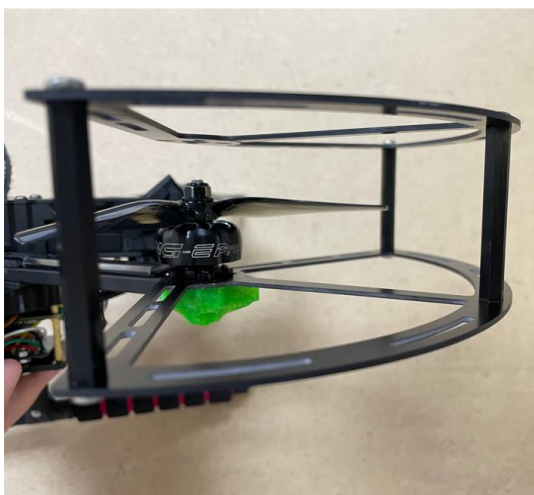
Установка защит для пропеллеров

Перед запуском в целях обеспечения безопасности необходимо установить защитные рамы, входящие в комплект поставки.

1. Снимите зеленый блок,

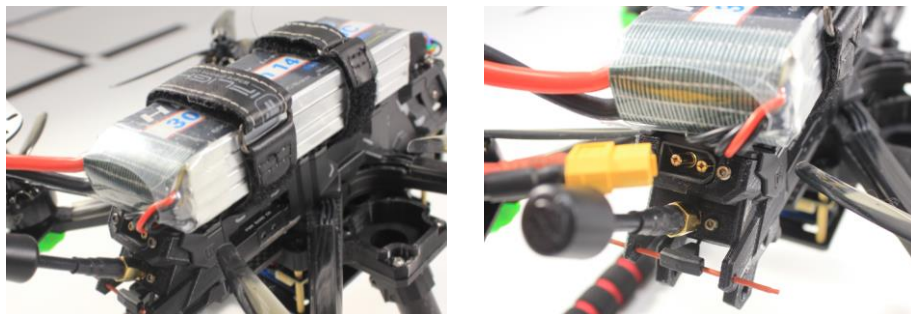


2. Установите нижнюю пластину,
3. Закрепите три стойки на нижней пластине с помощью винтов,
4. Закрепите верхнюю пластину на стойках.



Установка аккумулятора

Закрепите аккумулятор, идущий в комплекте, ремнями и подключите его к квадрокоптеру к разъему питания.



Заряд аккумулятора

Для заряда аккумулятора используйте зарядное устройство, идущее в комплекте.

Квадрокоптер собран и готов к полетам!



Гарантийные обязательства

На набор Конструктор программируемого квадрокоптера распространяется гарантия 1 год. В случае нарушения условий эксплуатации (использование изделия за пределами диапазона указанных температур, удары, механические повреждения при эксплуатации и т.д.) гарантийные обязательства снимаются. В случае возникновения гарантийных обязательств покупатель отправляет весь комплект в адрес ООО "Центр робототехники" (Россия, г. Владивосток, ул. Комсомольская, 1, оф. 404). Диагностика и ремонт выполняются в течение 40 рабочих дней. В случае обнаружения нарушений условий эксплуатации происходит письменное уведомление покупателя о невозможности выполнения гарантийного ремонта или замены.