

Полетный контроллер

Составитель: Ромаданов В.П.

-
- Полетный контроллер — это мозговой центр квадрокоптера, по сути миникомпьютер. Скорее всего, новичок растеряется в обилии контроллеров, потому что их очень много и каждый сделан обычно для конкретных задач. Например, контроллер для съемочного дрона заточен под максимальную стабилизацию, а вы хотите гоночный дрон, где это все не нужно.
-
- 

Полетные контроллеры делятся на 3 группы:

- Гонимые полетные контроллеры
- Контроллеры для съемки видео и фото с дрона
- Контроллеры для автономных полетов

- Каждый контроллер имеет свое программное обеспечение, которое управляет всем оборудованием. Самые популярные контроллеры можно прошивать и гибко настраивать с помощью специальных программ, таких как CleanFlight, Betaflight и Raceflight.



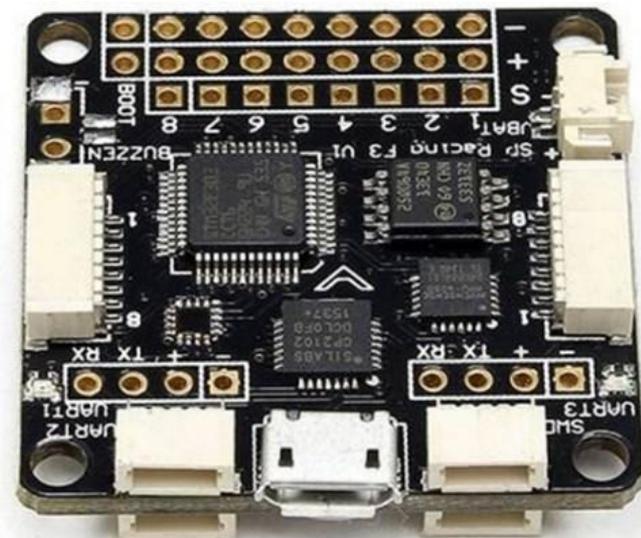
Гоночные полетные контроллеры

- Обычно имеют минимум расширенных функций, так как всякие компасы и барометры просто не используются при гонках.

Naze32, также на базе этого контроллера есть SP Racing F3:

На нем присутствуют все стандартные датчики – гироскоп и акселерометр, а в расширенной версии DELUXE также есть барометр и компас. Гироскоп и акселерометр определяют текущее расположение дрона в пространстве.

Барометр определяет высоту по давлению (чтобы удерживать высоту, например), компас для удержания направления полета.



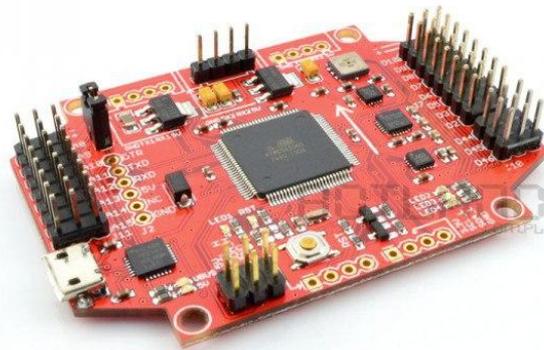
Контроллеры для съемки видео и фото с дрона

- Самым популярным в этом сегменте коптеров является DJI NAZA-M V2: тот самый, что стоит в Фантамах. Идеальный контроллер для фото- и видеосъемки с качественной стабилизацией.
- На нем спокойно сможет летать новичок, который до этого ни разу не брал пульт в руки. В настройки полета лезть не требуется, все уже настроено, нужно будет просто откалибровать. Даже без навыков у новичка-пилота получится отличный кадр.



Контроллеры для автономных полетов

- 3DR Pixhawk — самый популярный контроллер для автономных полетов. На его борту есть резервная система, а также он поддерживает все известные датчики для дронов.
- MultiWii Pro — дешевый и доступный, позволяет отлично стабилизировать коптер, также на нем есть барометр, магнитометр и GPS.



Прошивки полетного контроллера, их виды

Полетные контроллеры отличаются не только по типу компонентов, из которых они состоят, но и по прошивкам, на которых они работают, то есть программным обеспечением, на котором работает полетный контроллер. Как уже написано выше, на сегодня самыми популярными прошивками являются:

- ▣ **CleanFlight;**
- ▣ **Betaflight;**
- ▣ **Raceflight.**



CleanFlight

The screenshot shows the CleanFlight Configurator 1.2.1 interface. At the top, there's a header with the logo and version. Below it, a status bar shows the date and time: "2016-04-20 @ 13:28:43 - Running - OS: MacOS, Chrome: 49.0.2623.112, Configurator: 1.2.1". The main content area is a green-themed welcome message: "Welcome to CleanFlight CONFIGURATOR. A utility designed to simplify updating, configuring and tuning of your flight controller." It includes sections for "Hardware" (listing supported boards like SP Racing F3, Vortex, etc.), "Contributing" (instructions on how to help improve the software), and "Open Source / Donation Notice" (a call to action to donate). A "Connect" button is visible in the top right.

This screenshot shows the "ESC/Motor Features" settings in the CleanFlight Configurator 1.1.0. The "ONESHOT125" feature is highlighted with a red circle and is currently turned on. Other settings include "MOTOR_STOP" (off), "Minimum Throttle" (1150), "Middle Throttle [RC inputs center value]" (1500), and "Maximum Throttle" (1850). The "Battery Voltage" section also has "VBAT" monitoring turned on, also highlighted with a red circle. The interface includes a "Mixer" diagram and various other configuration options.

The screenshot displays the "Firmware Flasher" screen in the CleanFlight Configurator 1.2.2. A red circle highlights the "Firmware Flasher" button in the left sidebar. The main area shows options for "Choose a Firmware / Board", "No reboot sequence" (off), "Full chip erase" (on), "Manual baud rate" (256000), and "Show unstable releases" (off). A red arrow points from the sidebar button to the main content area. Below the settings, there are instructions: "Please do not try to flash non-cleanflight hardware with this firmware flasher. Do not disconnect the board or turn off your computer while flashing." and a note: "Note: STM32 bootloader is stored in ROM, it cannot be bricked."

This screenshot shows the "Configuration" screen in the CleanFlight Configurator 1.2.2. It features a "Mixer" diagram, "Board and Sensor Alignment" settings (roll, pitch, yaw), "Accelerometer Trim" options, and "ESC/Motor Features" (including "ONESHOT125" and "VBAT" monitoring). The "Current Meter" section is also visible at the bottom. The interface is clean and organized, with various sliders and checkboxes for fine-tuning the flight controller.

Betaflight;



BETAFLIGHT

Receiver

Please read receiver chapter of the documentation. Configure serial port (if required), receiver mode (serial/gps/usb) mode (for serial receivers, bind receiver, set channel map, configure channel endpoints/range on TX so that all channels go from -1000 to +2000. Set midpoints (default 1500, trim channels to 1500, configure stick deadbands), **IMPORTANT!** Before flying read failsafe chapter of documentation and configure failsafe.

Channel	Value
Roll [A]	1500
Pitch [D]	1500
Yaw [R]	1500
Throttle [T]	988
AUX 1	988
AUX 2	2000
AUX 3	2000
AUX 4	2000
AUX 5	2000
AUX 6	2000
AUX 7	1000
AUX 8	1000
AUX 9	152.0
AUX 10	1348
AUX 11	2040
AUX 12	1225

Channel Map: TAER1234 | RSSI Channel: AUX 6

Stick Low Threshold: 1500 | Stick Center: 1000 | Stick High Threshold: 1900

RC Deadband: 2 | Yaw Deadband: 2 | Roll Deadband: 50 | Pitch Deadband: 50

RC Interpolation: Auto | RC Interpolation: RC Interpolation

Preview:

Refresh Save

Motors

RESET gyro Refresh: 20 ms Scale: 2000 X: 3.08 (0.01) Y: 0.00 (0.00) Z: 1.07 (0.00) RMS: 0.00

Motors: 1 2 3 4 5 6 7 8

Servos: 1 2 3 4 5 6 7 8

Motor Test Mode / Arming Notice: Moving the sliders or arming your craft with the transmitter will cause the motors to spin up. In order to prevent injury remove ALL propellers before using this feature. Enabling motor test mode will also temporarily disable Runway Takeoff Prevention, to stop it from disarming the craft please check the video on the website.

Understand the risks: the propellers are removed - enable motor control and arming, and disable Runway Takeoff Prevention.

Refresh Save

Raceflight

Raceflight - Configurator

EN

RACEFLIGHT ONE

Version: 0.227.00
FC Version: 0.227.071 RC14
Update Firmware | Reconnect Motors | Settings

SETUP | TELEMETRY | CONFIGURATION | PID TUNING | ESC | LOGGING | CONSOLE

PID tuning

QUICK CHANGE PID LEVELS

Roll Proportional *	Roll Integral *	Roll Derivative *
140	700	2450
Pitch Proportional *	Pitch Integral *	Pitch Derivative *
140	820	2500
Yaw Proportional *	Yaw Integral *	Yaw Derivative *
130	870	2100

Rates

RaceFlight High Expo (BB) **QUICK CHANGE RATE LEVELS**

Roll Rate *	Roll Expo *	Roll Acro Plus *
400	50	140
Pitch Rate *	Pitch Expo *	Pitch Acro Plus *
400	48	140
Yaw Rate *	Yaw Expo *	Yaw Acro Plus *
400	50	140

EN

RACEFLIGHT ONE

Version: 0.314.1
FC Version: 0.300.116 BE19
FC Hardware: RaceFlight Revolt
Update firmware | Settings

SETUP | TELEMETRY | CONFIGURATION | PID TUNING | ESC | LOGGING | CONSOLE | HELP

PID tuning

QUICK CHANGE PID LEVELS SHOW TPA Show in percents

Roll Proportional *	Roll Integral *	Roll Derivative *
40	38	51
Pitch Proportional *	Pitch Integral *	Pitch Derivative *
48	43	59
Yaw Proportional *	Yaw Integral *	Yaw Derivative *
30	30	25
RC Smoothing *	ESC Signal Smoothing <input type="checkbox"/>	
66		

Raceflight - Configurator

EN

RACEFLIGHT ONE

Version: 0.413.3
FC Version: 0.410.162 BE14
FC Hardware: RaceFlight Revolt
Update firmware | Settings

NEWS | SETUP | TELEMETRY | CONFIGURATION | PID TUNING | ESC | LOGGING | CONSOLE | SHOP

- 1. Setup Flight Controller**
Handles board calibration and basic PID tuning
LAUNCH WIZARD
- 2. Detect Receiver**
Performs auto selection of your controller
LAUNCH WIZARD
- 3. Setup Radio**
Configure you controller. Setup arming
LAUNCH WIZARD
- 4. Update ESC**
Find the best settings for your ESCs
LAUNCH WIZARD
- 5. Calibrate Motors**
Calibrate your motors before configure them
LAUNCH WIZARD
- 6. Fix Motor Direction & Idle**
Configure you motor order and direction
LAUNCH WIZARD

View

- ARMED
- ACROLEVEL
- LOGGING
- LEDMODE
- DIRECT
- BRANGRAIN
- PROFILE3
- PRELOAD
- AUTOK

- Channel 1
- Channel 7

- LEVEL
- FAILSAFE
- BUZZER
- LEDCOLOR
- VTXON
- PROFILE2
- QUORA
- MOTORBEEP

- Channel 8
- Channel 9
- Channel 10

Процессор полетного контроллера

- От процессора будет зависеть то, насколько быстро будут обрабатываться поступающие к нему данные. Процессоры делятся по поколениям: F1, F3, F4, F6. Отличаются они частотой работы и архитектурой:
- F1 — 72MHz;
- F3 — 72MHz;
- F4 — 168MHz;
- F7 — 216MHz.



Гироскоп и акселерометр полетного контроллера

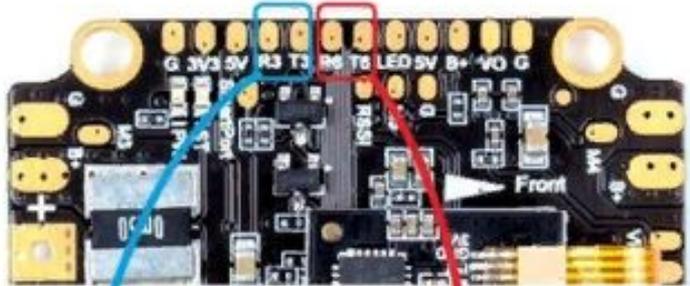
- Гироскоп и акселерометр — очень важные датчики, они определяют положение квадрокоптера в пространстве, а также движется ли он, посылают эти данные процессору, а тот уже решает, какому двигателю поддать газа, а какому наоборот, снизить обороты.

Гироскоп	Протокол коммуникации (BUS)	Макс. частота работы гироскопа
MPU6000	SPI, i2c	8K
MPU6050	i2c	4K
MPU6500	SPI, i2c	32K
MPU9150*	i2c	4K
MPU9250*	SPI, i2c	32K
ICM20602	SPI, i2c	32K
ICM20608	SPI, i2c	32K
ICM20689	SPI, i2c	32K



Порт UART в полетном контроллере

- Аббревиатура UART с английского расшифровывается как (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) — универсальный асинхронный приемник/передатчик.



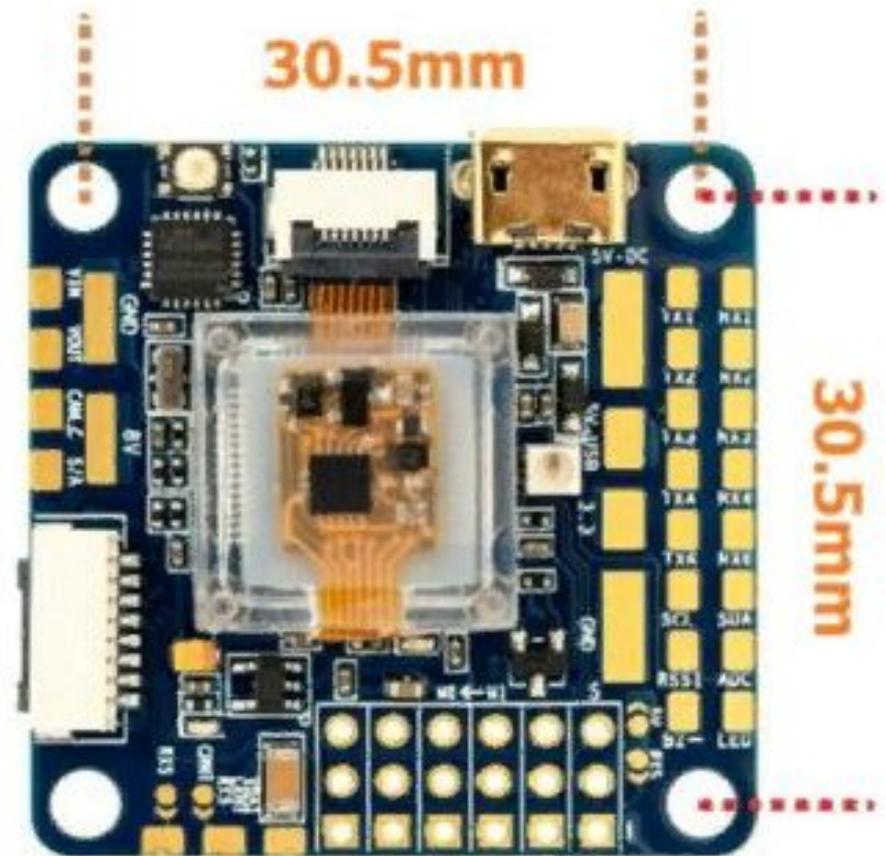
Ports

Note: not all combinations are valid. When the flight controller firmware detects this the serial port configuration will be reset.
Note: Do NOT disable MSP on the first serial port unless you know what you are doing. You may have to reflash and erase your configuration if you do.

Identifier	Configuration/MSP	Serial Rx	Telemetry Output	Sensor Input	Peripherals			
USB VCP	<input checked="" type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Disabled	AUTO	Disabled	AUTO		
UART1	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Disabled	AUTO	Disabled	AUTO		
UART3	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Disabled	AUTO	Disabled	AUTO		
UART4	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Disabled	AUTO	Disabled	AUTO		
UART5	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Disabled	AUTO	Disabled	AUTO		
UART6	<input type="checkbox"/> 115200	<input type="checkbox"/>	Disabled	AUTO	Disabled	57600	Disabled	AUTO

Размеры платы полетного контроллера

- Монтажная схема полетного контроллера – это расстояние между отверстиями для крепления ПК к раме дрона. В этом вопросе есть стандарт, который состоит из 3 схем:
 - 30,5 × 30,5 мм,
 - 20 × 20 мм,
 - 16 × 16 мм.



Какие есть дополнительные функции в полетном контроллере?

- OSD OSD — это очень важная и нужная функция. OSD накладывает на видеопоток дополнительную информацию с различных датчиков квадрокоптера, например, напряжение аккумулятора, высота, скорость и так далее.
- Плата разводки питания (PDB) К плате разводки питания подключаются аккумулятор и двигатели с регуляторами оборотов, а также полетный контроллер и прочая периферия. У некоторых ПК такая плата уже есть, они совмещены.



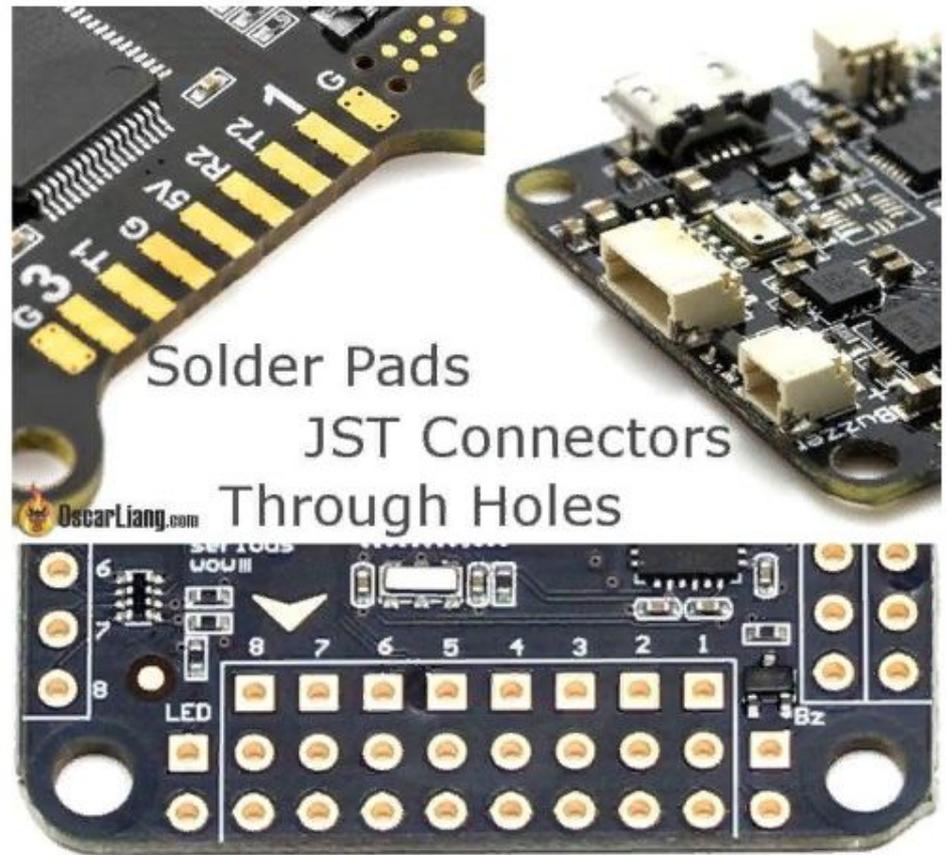
-
- Датчик тока (Current Sensor) На плате разводки обычно есть контакты VBAT, куда подключаются контакты полетного контроллера и ПК снимает данные о текущем напряжении, но свой собственный датчик тока эффективнее.
 - Регуляторы оборотов (ESC) Инженеры решили интегрировать регуляторы сразу в полетный контроллер.
 - Черный ящик (Blackbox) Черный ящик нужен для записи логов работы квадрокоптера, туда записываются всевозможные данные, которые обрабатывает полетный контроллер.
-



Типы коннекторов

На полетном контроллере есть 3 типа соединений между периферией:

- ❑ Пластиковые коннекторы
- ❑ Контактные площадки для припаивания
- ❑ Отверстия для припаивания



Регулятор напряжения

- (BEC) На современных ПК есть отдельные контакты для подключения источника потребления на 5V и на 12V, иногда встречаются даже на 9. Хотя сейчас почти все FPV-компоненты рассчитаны на ток в широком диапазоне и их можно подключать даже к аккумулятору, мы все же рекомендуем подключать их к отдельному входу на полетном контроллере, где ток подается стабильным, тогда как в аккумуляторе он будет постоянно «скакать» от нагрузки.



Светодиод состояния

- Удобная функция, которая отображает текущее состояние полетного контроллера. Обычно у светодиода есть 2 цвета — красный и синий. В зависимости от того, каким и сколько раз мигает ПК — пилот понимает, все ли в порядке. Эта спецификация всегда указывается с конкретным контроллером.



Кнопка для перехода в режим прошивки

- Без такой кнопки не обойтись ни одному полетному контроллеру. Для прошивки замыкают 2 контакта, затем подключают к компьютеру и запускают Betaflight конфигуратор или любой другой. Есть два типа:
 - С кнопкой
 - Без кнопки

