



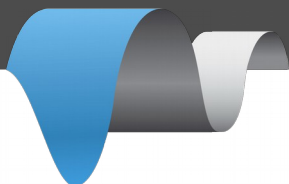
Руководство пользователя по настройке контроллера подвеса SimpleBGC

Версия платы v. 3.x

Версия прошивки v. 2.43

Версия GUI v. 2.43

СОДЕРЖАНИЕ



1. Введение.....	3
2. Пошаговая настройка подвеса.....	7
3. Обзор элементов GUI.....	10
4. Базовые настройки.....	12
5. Автонастройка PID.....	15
6. Настройка RC-управления.....	17
7. Настройка Режимы Следования (Follow mode).....	20
8. Дополнительные настройки.....	23
9. Сервисные настройки.....	25
10. Вкладка «Диагностика».....	27
11. Цифровые фильтры.....	28
12. Управляемые переменные (Adjustable Variables).....	30
13. Обновление прошивки.....	34
14. Возможные проблемы.....	37

1. Введение

Обзор

В этом руководстве вы узнаете, как подключить, настроить и калибровать контроллер SimpleBGC 32бит в специальной среде для настройки SimpleBGC GUI от разработчика BaseCam Electronics.

Основной принцип работы SimpleBGC - это компенсация нежелательных воздействий на стабилизируемое устройство безколлекторными моторами, работающими в режиме удержания. Управление моторами осуществляется при помощи платы контроллера, получающего данные об изменении положения с гироскопического сенсора. Гироскопический сенсор (IMU) должен быть установлен вместе с камерой, чтобы фиксировать все нежелательные изменения положения. Возможно использование сенсора на раме (Frame IMU). Это позволяет плате стабилизации одновременно использовать данные с двух сенсоров и более точно стабилизировать систему.

Предисловие

Плата контроллера для системы стабилизации и программное обеспечение разработано и лицензировано компанией BaseCamElectronics. Название SimpleBGC расшифровывается как Simple Brushless Gimbal Controller - контроллер подвеса на безколлекторных моторах. Это высококачественная система стабилизации предназначенная как для любительского, так и для профессионального использования.

Вы можете приобрести нашу версию контроллера (<http://www.basecamelectronics.ru/store/>), или лицензированную версию контроллера от наших партнеров (список официальных партнеров публикуется на нашем сайте: <http://www.basecamelectronics.ru/wheretobuy/>). Разные производители вносят корректировки в базовую версию контроллера (к примеру, добавляют встроенный модуль bluetooth, уменьшают размер и т.д.), поэтому внимательно читайте спецификации на сайте производителя.

В продаже можно найти как контроллеры стабилизации отдельно, так и готовые устройства на базе наших контроллеров (<http://www.basecamelectronics.com/readytouse/>). Существуют также готовые подвесы без электронной части системы стабилизации. В этом случае вам потребуется отдельно приобрести и самостоятельно установить контроллер.

Тем, кто хочет собрать систему стабилизации на основе нашего контроллера самостоятельно, поможет наш форум (<http://forum.basecamelectronics.com>) и база знаний (<http://help.basecamelectronics.com>).

Это руководство описывает оригинальную 32х битную версию контроллера SimpleBGC, а также мультиплатформенное приложение для его настройки.

Базовые подключения

Простейшая схема подключения контроллера в составе системы стабилизации подвеса камеры представлена на рисунке 1:

1. Введение

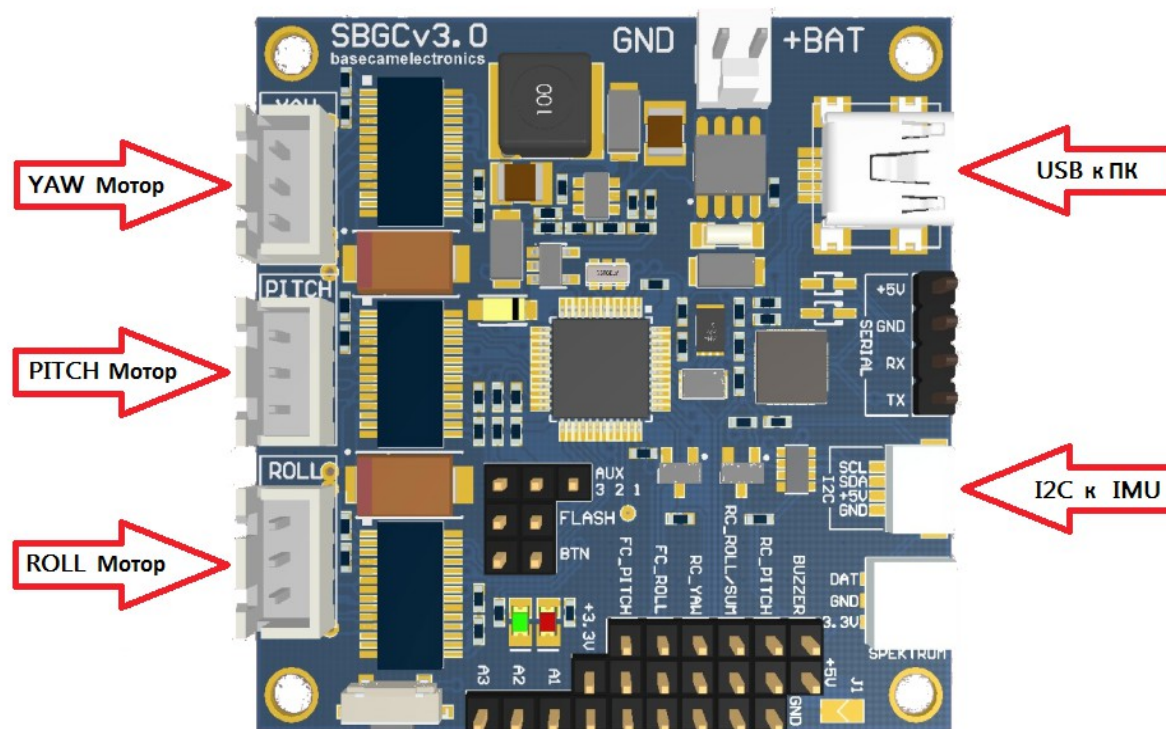


Рис 1. Базовая схема подключения

1. **USB порт** используется для подключения платы стабилизации SimpleBGC 32бит к ПК.
2. Гироскопический сенсор (IMU) подключается к **разъему I2C**
3. Мотор на каждую ось подключается в соответствующий **разъем моторов** (YAW, PITCH, ROLL).

НА ЗАМЕТКУ: Провода для каждого мотора желательно пропустить через ферритовое кольцо и сделать не менее одного витка вокруг кольца (это устранил высокочастотные наводки на сенсор и другую электронику).

4. Для подключения батареи комплекте с контроллером стабилизации SimpleBGC 32бит идет кабель питания. К его оголенным проводам необходимо припаять ответный разъем к вашей батарее, соблюдая правильную полярность. Нарушив полярность, вы можете вывести из строя ваш контроллер, а также повредить вашу батарею. Второй конец провода втыкается в разъем **+BAT**.

Никогда не замыкайте полюса батареи между собой! Это может привести к взрыву батареи!

НА ЗАМЕТКУ: Допускается использование батареи напряжением от 8 до 25 вольт. Если вы используете литиево-полимерную батарею (LiPo), то допускается использование от 3S до 5S включительно. Аббревиатура "S" обозначает количество ячеек в батарее. Каждая ячейка может быть заряжена до 4.2В. Следовательно, полностью заряженная 3S LiPo - это 12,6В, а 5S LiPo - это 21В.

Более подробное описание подключения контроллера в составе полноценной системы стабилизации можно найти в [полной схеме подключений](#).

Установка приложения GUI

Прежде всего вам необходимо скачать последнюю версию GUI с нашего сайта:

<http://www.basecamelectronics.com/downloads/32bit/> Распакуйте архив в любое удобное для вас место. Для запуска приложения необходимо наличие в системе Java Runtime Environment от Oracle:

<http://www.java.com/>

1. Введение

Запуск GUI под **Windows**:

- просто запустить SimpleBGC_GUI.exe

Запуск GUI под **MAC OS**:

- Запустите SimpleBGC_GUI.jar

НА ЗАМЕТКУ: GUI использует виртуальный COM-порт. Для доступа к нему необходимо создать файл блокировки:

1. Запустите терминал (пройдите в директорию /Applications/Utilities и двойным кликом запустите Terminal)
2. Создайте новую папку "/var/lock" при помощи команды: `sudo mkdir /var/lock`
3. Измените права доступа командой: `sudo chmod 777 /var/lock`
4. Разрешите запуск не подписанных приложений в System Preferences > Security & Privacy > General > Allow Applications downloaded from: Anywhere (Разрешить приложения, загруженные из: любого источника)

Запуск GUI под **LINUX**:

- запустить run.sh.

Подключение к компьютеру

Для подключения контроллера к компьютеру необходим mini- или micro- USB кабель (зависит от производителя платы). При первом подключении, необходимо установить драйвер. Если он не будет установлен автоматически, можно установить его, скачав по ссылке <http://www.silabs.com/products/mcu/pages/usbtouartbridgevcpcdrivers.aspx>. Для версии "Tiny" драйвер для Windows скачайте по ссылке <http://www.st.com/web/en/catalog/tools/PF257938>

После установки драйвера и подключения контроллера, в системе появляется новый виртуальный COM-порт, имя которого необходимо указать в окне графической оболочки (далее – GUI) при подключении.

Можно подключать контроллер к компьютеру и подавать питание от батареи одновременно. Но будьте внимательны и **не перепутайте полярность подключения батареи**, так как при подключенном USB, встроенная защита от переплюсовки отключается (в некоторых версиях ее может не быть).

Беспроводное подключение

Для подключения также можно использовать беспроводное соединение через Bluetooth-to-Serial конвертер и USB-Bluetooth адаптер со стороны ПК. Примеры таких конвертеров: HC-05, HC-06, Sparkfun BlueSMiRF, и другие. Конвертер должен иметь минимум 4 выхода: Gnd, +5V, Rx, Tx. На контроллере есть соответствующий разъем, обозначенный как UART. Схема подключения bluetooth-модуля приведена в [приложении В](#).

НА ЗАМЕТКУ: Bluetooth-модуль должен быть настроен на скорость **baud=115200** и четность **parity=None** или **Even**. При настройке **None** можно подключаться к плате из GUI. При настройке **Even** можно не только настраивать контроллер, но и обновлять прошивку через bluetooth. Как поменять настройки вашего bluetooth модуля, смотрите в руководстве к нему.

Запуск приложения

Дальнейшее описание справедливо для русифицированной версии приложения. Для изменения языка,

выберите Русский в меню Language, и перезапустите приложение.

1. Подключите USB-кабель
2. Запустите GUI, в верхнем левом углу главного окна выберите COM-порт из списка и нажмите **Подключить**.
3. После соединения с платой будут прочитаны и загружены все профили, и в GUI отобразятся настройки текущего профиля. В любой момент можно повторно прочитать настройки с платы, нажав кнопку **ПРОЧИТАТЬ**
4. **Убедитесь, что у вас установлена самая свежая версия прошивки.** Для этого перейдите во вкладку «Обновление прошивки» и нажмите «Проверить обновления». Обновитесь, если есть свежая версия. Более подробно процедура обновления описана в разделе «[Обновление прошивки](#)»
5. После редактирования параметров, нажмите **ЗАПИСАТЬ** для сохранения их в постоянную память контроллера (EEPROM). Сохраняется только текущий выбранный профиль. Для возврата к «заводским» настройкам, выберите команду меню «Плата» – «**Настройки по умолчанию**». Будут сброшены все параметры текущего профиля, но не будут затронуты общие настройки и данные калибровок. Для полного сброса всех настроек ВСЕХ профилей и общих настроек и калибровочных данных, выполните команду меню «Плата» - «**Стереть EEPROM**».
6. Для перехода к настройкам другого профиля, выберите его из списка в правом верхнем углу. Считывать параметры кнопкой ПРОЧИТАТЬ не обязательно. Вы можете сохранить разные настройки в 5 разных профилей. Профили можно переключать в GUI или кнопкой меню. Обратите внимание, что не все настройки разделяются по профилям - в частности, настройки, относящиеся к конфигурации аппаратной части, являются общими для всех профилей (такие как ориентация сенсора, входы RC, выходы на моторы и некоторые другие). Можно дать профилям произвольные имена. Они будут сохранены в плату и сохранятся при подключении к GUI на другом компьютере.

2. Пошаговая настройка подвеса

1. Настройка механики

Установите камеру и сбалансируйте подвес по всем трем осям. От качества балансировки зависит качество стабилизации. Для проверки балансировки каждой оси, возьмите подвес в руки с отключенным питанием, и резко двигайте вперед-назад или влево-вправо вдоль каждой из осей, стараясь поймать резонанс и раскачать подвес. Если это не удастся, или частота резонанса очень низкая – ось сбалансирована нормально.

НА ЗАМЕТКУ: При хорошей балансировке и отсутствии трения, можно серьезно ограничить потребляемые токи с сохранением требуемого качества стабилизации

Если вы перематывали моторы самостоятельно, рекомендуется проверить их намотку. Для этого снимите их с подвеса, подключите к контроллеру, установите параметры $P = 0$, $D = 0$, $I = 0.1$ для каждой оси, **МОЩНОСТЬ** достаточную для вращения, и подключите основное питание. Моторы должны плавно вращаться при наклонах сенсора. Допускаются небольшая неравномерность вращения из-за залипания магнитов ротора и железа статора. Но рывков быть не должно.

Особое внимание уделите установке сенсора. Он должен быть установлен так, чтобы его оси были строго параллельно осям моторов. Также обратите внимание на жесткость механических связей между моторами (начиная с самого первого), несущими элементами подвеса, и площадки, на которую крепится сенсор. Сенсор служит источником сигнала обратной связи для моторов, и любая свобода может привести к самовозбуждению и появлению резонанса на частоте колебаний этой механической системы. Недостаточная жесткость может стать причиной сложной настройки и неустойчивой работы в реальных условиях (вибрации на раме, воздушные потоки).

2. Калибровка гироскопа

Калибровка гироскопа выполняется при каждом включении питания и длится около 4-х секунд. Постарайтесь **МАКСИМАЛЬНО ОБЕЗДВИЖИТЬ** сенсор подвеса в первые секунды после подачи питания, пока мигает сигнальный светодиод. При включении у вас есть 3 секунды перед началом калибровки, чтобы зафиксировать подвес.

3. Калибровка акселерометра

Выполняется один раз при настройке. Также рекомендуется периодически калибровать акселерометр, если показания сенсора по осям ROLL, PITCH отклоняются от нуля при идеальном горизонтальном положении сенсора. Также, желательно перекалибровать акселерометр при значительных изменениях температуры.

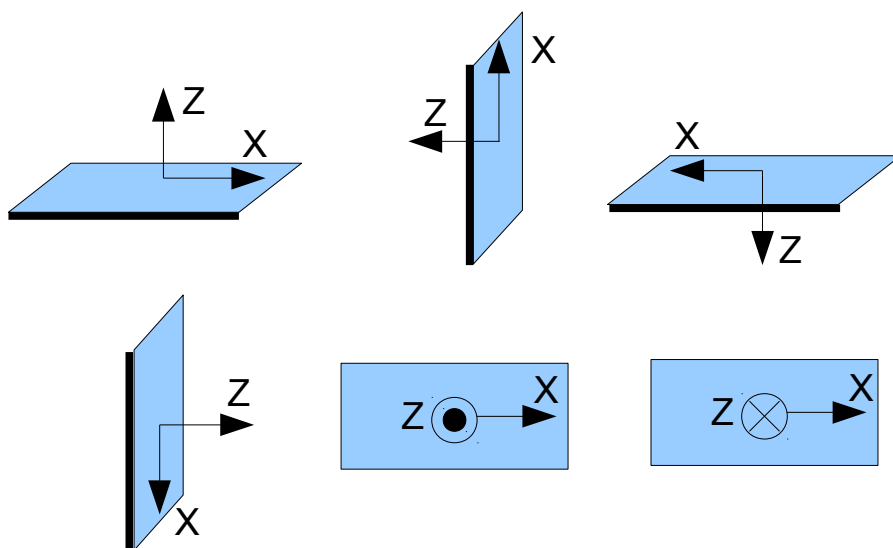
Простой режим: установите сенсор строго горизонтально по двум осям и нажмите **КАЛИБРОВАТЬ АКСЕЛЕРОМЕТЕР** в GUI или кнопку меню. Светодиод будет моргать в течение 3 секунд, постарайтесь обеспечить сенсору неподвижность. В случае, если сенсор и камера установлены не параллельно, важно установить ровно именно сенсор, а не камеру.

Расширенный режим (рекомендуется): выполните калибровку в простом режиме. Затем последовательно вращайте сенсор на 90 градусов, чтобы все стороны сенсора побывали в положении «смотрит вверх» (всего 6 положений с учетом базового). Зафиксировав сенсор в каждом положении, нажимайте кнопку **КАЛИБРОВАТЬ АКСЕЛЕРОМЕТЕР** или кнопку меню и ждите около 3-х секунд.

2. Пошаговая настройка подвеса

Последовательность не важна, но важно калибровку в «базовом» положении выполнить первой, так как калибровка в простом режиме отменяет результаты расширенной калибровки. Нажимать кнопку **ЗАПИСАТЬ** после калибровки не нужно.

НА ЗАМЕТКУ: Точная калибровка акселерометра очень важна для сохранения ровной линии горизонта при энергичном пилотировании.



4. Настройка параметров

- Подключите основное питание.
- Настройте **МОЩНОСТЬ** в соответствии с рекомендациями выше.
- Запустите автоопределение количества полюсов и направления вращения. Скорректируйте вручную.
- Запустите автоматическую настройку ПИД-регулятора с параметрами по умолчанию.
- Если необходимо, скорректируйте настройки ПИД-регулятора, как описано в разделе [Базовые настройки](#). Для определения качества стабилизации используйте показания пикового индикатора углов отклонения в приборной панели. Для тестов наклоняйте раму на небольшие углы и постарайтесь минимизировать показания индикаторов. На данном этапе можно добиться попадания в диапазон меньше 1 градуса. Впрочем, 2-3 градуса тоже хороший результат.

Для дальнейшего улучшения качества стабилизации:

- Подключите внешний полетный контроллер и проведите его калибровку, как описано в разделе [Дополнительные настройки – Усиление полетного контроллера](#).
- подключите второй IMU на плате, как описано в разделе [Второй датчик на раме](#), настройте его ориентацию и откалибруйте.

2. Пошаговая настройка подвеса

5. Соединение и настройка RC

- Подсоедините одн из трех каналов приемника ко входу RC_PITCH, соблюдая правильную полярность

Во вкладке RC Settings:

- Установите **SORCE**=PWM
- Назначте вход RC_PITCH как ось PITCH
- Оставьте остальные оси и CMD как “не подключен”
- Для оси PITCH, установите **МИН.УГОЛ**=-90, **МАКС.УГОЛ**=90, **ПРОПОРЦ.**=отметить, **СГЛАЖ**=5, **СКОРОСТЬ**=10 (не ипользуется в пропорц. режиме)
- Подсоедините батарею к плате контроллера и к приемнику, и проверьте во вкладке “Диагностика”, что вход RC_PITCH принимает данные (ползунок должен быть заполнени синим и отражать движения стика)

Теперь вы можете управлять камерой при помощи вашего пульта RC, от -90 до 90 градусов. Если вы не довольны скоростью движения, вы можете отрегулировать **I-term** для PITCH во вкладке “Базовые”.

Попробуйте режим Инкрем и почувствуйте разницу в режиме Пропорц.

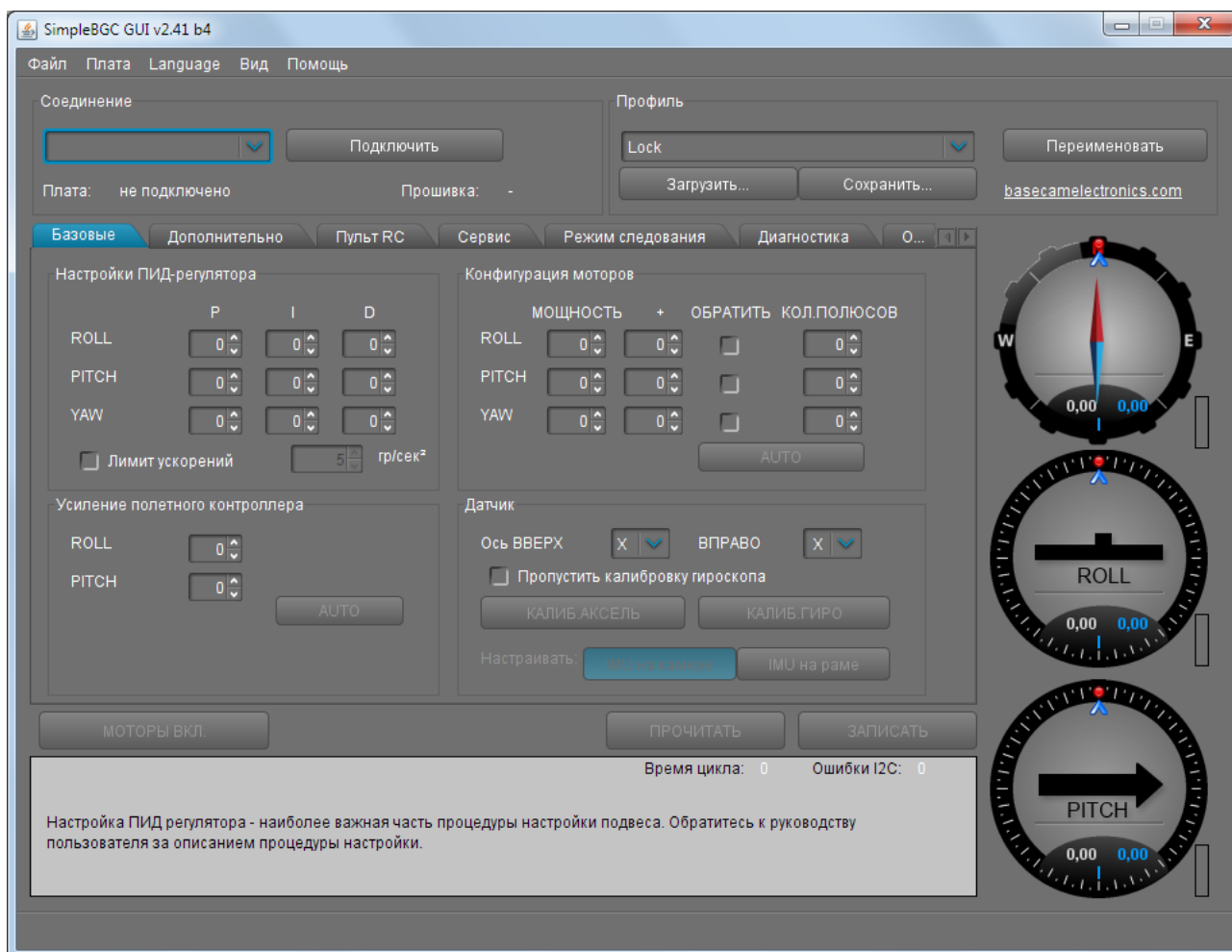
Подключите и настройте остальные оси также, если это необходимо.

6. Проверка работы подвеса в реальных условиях

Не отключая программу настройки, запустите маршевые двигатели мультиротора (**соблюдая технику безопасности и крепко держа раму НАД головой!**) на номинальную мощность, и по графику посмотрите на показания гироскопа и акселерометра. Если от рамы передаются вибрации, сенсоры покажут их степень. Вибрации в любом случае затрудняют работу сенсоров и ухудшают качество стабилизации. Если уменьшить вибрации применением виброразвязок и правильной балансировкой винто-моторной группы не удается, уменьшите значения PID-регулятора, чтобы ослабить их влияние.

НА ЗАМЕТКУ: безколлекторные моторы, по сравнению с обычными сервоприводами, обеспечивают очень быструю реакцию, но относительно слабый момент. Поэтому им сложно бороться с воздушными потоками от винтов, особенно при прямом попадании на элементы подвеса. Если вы делаете раму и подвес самостоятельно, постарайтесь исключить это (например, удлинив лучи и слегка отклонив моторы от центра в случае крепления подвеса под днищем, или подняв камеру над пропеллерами в случае крепления подвеса между моторами в H-раме). Учтите, что при движении на скорости или наличии ветра, воздушный поток от винтов отклоняется и может задевать элементы подвеса.

3. Обзор элементов GUI



Интерфейс состоит из следующих функциональных блоков:

1. Блок настроек в центральной части. Разделен на вкладки:
 - **Базовые** – настройки стабилизации подвеса. Их достаточно в большинстве случаев чтобы добиться хорошего качества работы.
 - **Дополнительно** – более тонкие настройки.
 - **Пульт RC** – настройки управления подвесом с приемника или джойстика
 - **Режим следования** – настройка специального режима управления камерой
 - **Сервис** – сервисные функции: кнопка меню, сигнализация, мониторинг батареи
 - **Диагностика** – вывод показателей датчиков в режиме реального времени. Помогает в настройке.
 - **Обновление** – проверка новых версий прошивки и GUI и обновление прошивки.
 - Прочие настройки – могут присутствовать и другие вкладки со специальными настройками.
2. Соединение – выбор COM-порта и вывод информации о подключенной плате.
3. Профиль – выбор текущего профиля и средства сохранения/загрузки в файлы.

4. Приборная панель – графическое и цифровое отображение углов наклонов подвеса по трем осям. Черные стрелки показывают грубо, голубые стрелки более точно. Красная метка на круге отображает целевой угол, который должна удерживать данная ось. Голубые полоски показывают пиковые отклонения от среднего, а голубые цифры – максимальную амплитуду отклонений. По этим цифрам можно оценить ошибку стабилизации. Справа от прибора отображается текущий уровень выходной мощности на мотор, в % от 0 до 100. Серые стрелки показывают угол наклона рамы (относительно оси каждого мотора)
5. Кнопки чтения и записи настроек в плату
6. Кнопки включения/выключения моторов
7. Окно для вывода сообщений об ошибках (красным цветом) и подсказок по элементам интерфейса. Также в нем выводятся отладочная информация – время цикла, и кол-во ошибок I2C.
8. В самом низу выводится уровень напряжения батареи.

Меню «Плата»

Это меню содержит опции по чтению-записи настроек в плату, калибровки акселерометров, и по сбросу настроек к заводскому состоянию.

Меню «Language»

Выбор языка среди нескольких вариантов, для которых есть перевод.

Меню «Вид»

В нем можно выбрать тему оформления интерфейса программы. Для яркого освещения на улице лучше выбирать высоко-контрастные схемы. Также можно развернуть приложение во весь экран, тем самым улучшив отображение на экранах нетбуков с низким разрешением.

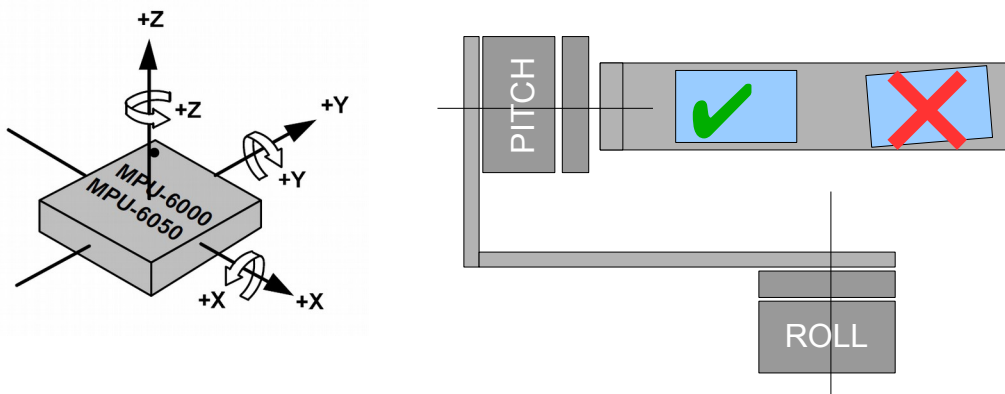
Далее в этом руководстве каждая вкладка описана более детально.

4. Базовые настройки

- **P,I,D** – параметры PID-регулятора отдельно для каждой оси.
 - **P** – характеризует отклик на возмущение. Чем больше, тем острее реакция стабилизации на внешние возмущения. Увеличивайте значение параметра с небольших величин до тех пор, пока качество стабилизации резких возмущений не станет приемлимым. Слишком большие значения могут привести к самовозбуждению системы, особенно при наличии вибраций на площадке камеры. Если появляются осцилляции, увеличивайте параметр D на 1..2 пункта и продолжайте увеличение P.
 - **D** – торможение реакции. Помогает погасить низкочастотные осцилляции, но слишком большие значения этого параметра могут вызвать высокочастотную дрожь, особенно при наличии вибраций на площадке камеры.
 - **I** – помогает повысить точность стабилизации, если возмущение действует продолжительное время. При настройке нужно добиться максимального значения этого параметра: поставьте его немного ниже порога, при котором начинаются низкочастотные осцилляции. В начале настройки поставьте $I=0.01$, настройте параметры P и D, затем медленно увеличивайте I до появления медленных осцилляций. Это и будет пороговым значением I.
- **МОЩНОСТЬ** – максимальное напряжение, выдаваемое на мотор, от 0 до 255, где 255 соответствует напряжению питания. Подбирайте этот параметр в зависимости от характеристик мотора. Основные правила:
 - **мотор не должен перегреваться!** Слишком высокая температура ($>80^{\circ}\text{C}$) приведет к необратимому повреждению магнитов
 - слишком низкое напряжения может давать недостаточно тяги и качество стабилизации будет неудовлетворительным в сложных условиях (ветер, повышенное трение в шарнирах, дисбаланс камеры).
 - плавно уменьшая этот параметр, можно подобрать оптимальное значение – наименьший потребляемый ток без ущерба для качества.
 - Увеличение мощности равнозначно увеличению остроты реакции, поэтому необходимо согласовывать этот параметр с параметрами PID-регулятора.
- **«+» - ДОП.МОЩНОСТЬ** - дополнительная мощность, которая прибавляется к основной в случае ошибки (пропуска шагов и потери синхронизации). Временное усиление мощности помогает вернуть камеру в нормальное положение.
- **ОБРАТИТЬ** – инверсия направления вращения двигателей. Очень важно правильно выставить этот параметр. Для определения направления вращения, выставьте P, I, D =0, **МОЩНОСТЬ** согласно рекомендациям выше. Платформу с камерой выставьте по возможности горизонтально (допустимо небольшое отклонение из-за залипания магнитов в моторах). Нажмите кнопку **AUTO** в группе «Конфигурация моторов» и дождитесь окончания калибровки.
- **КОЛ.ПОЛЮСОВ** – количество полюсов мотора. Соответствует количеству магнитов. При калибровке оно определяется автоматически, но может быть определено не точно. Выставьте его вручную. Для наиболее распространенных моторов с 14 полюсами и схемой намотки DLRK, необходимо выставлять 14.
- **Датчик** – тут можно задать ориентацию датчика на рамке камеры. При стандартной установке датчика, если смотреть по направлению камеры, то направлениям ВВЕРХ и ВПРАВО будут соответствовать оси датчика Z и X. Если оси на плате сенсора не промаркированы, можно

4. Базовые настройки

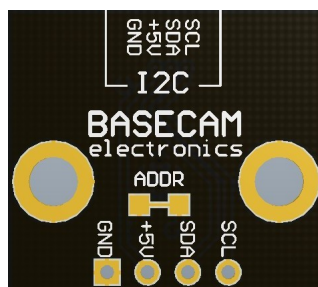
определить направления по ориентации чипа:



- Также, можно разместить датчик в любом положении (но обязательно его оси должны быть строго параллельны осям моторов) и подобрать настройки экспериментально. При правильной настройке:
 - камера наклоняется вперед – PITCH наклоняется по часовой стрелке.
 - Камера наклоняется вправо – ROLL наклоняется вправо.
 - Камера вращается по часовой стрелке – YAW вращается также по часовой стрелке.
 - **Пропустить калибровку гироскопа** – при старте системы, калибровка гироскопа не выполняется, а используются данные, сохраненные в последний раз. Это ускоряет старт системы до 1 секунды. Но данные калибровки могут устаревать с течением времени или при изменении погодных условий, поэтому при обнаружении проблемы дрейфа горизонта, или просто время от времени, рекомендуется перекалибровать гироскоп.

Второй датчик на раме

32-битный контроллер поддерживает подключение второго датчика IMU параллельно первому, к той же шине I2C, но с другим адресом: основной сенсор должен иметь адрес 0x68, дополнительный – 0x69. Смотрите инструкции производителя по смене адреса сенсора (к примеру, это может быть перерезаемая перемычка, обозначенная как ADDR):

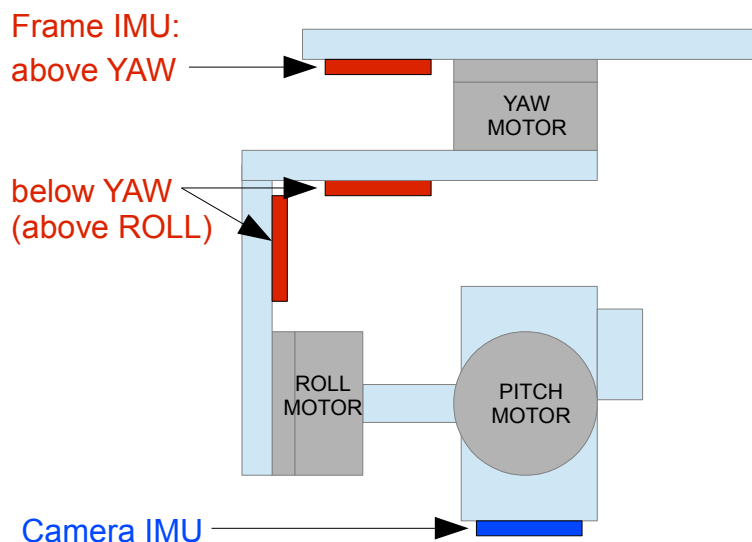


Второй датчик устанавливается на раме и помогает в стабилизации: сообщает угловые скорости рамы для минимизации ошибки ПИД-регулятора, и сообщает углы наклона рамы для корректного распределения моментов по моторам в случае наклона рамы.

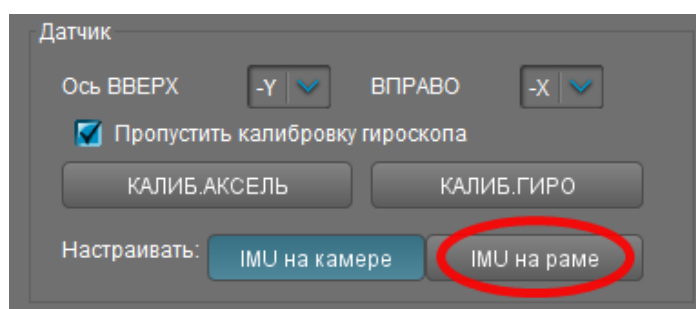
Второй датчик может быть установлен в двух местах в любой ориентации (как и для основного датчика,

4. Базовые настройки

обязательно параллельно осям моторов). При установке над мотором YAW он помогает стабилизации по сем трем осям, но система может быть недостаточно стабильной, так как с течением времени дрейф гироскопов вызовет рассогласование взаимной ориентации датчиков, а алгоритм корректировки дрейфа не всегда справляется с этим. При установке под мотором YAW, он помогает в стабилизации только по осям ROLL и PITCH, но проблемы дрейфа гироскопа не возникает.



После того как датчик установлен, нужно задать в GUI его расположение во вкладке «Дополнительно». Запишите настройки в плату, и перейдите к базовым настройкам. Для настройки второго датчика, переключитесь на него, нажав кнопку «IMU на раме» на вкладке «Базовые»:



Если переключение не произошло, второй датчик не подключен, неправильно настроен его адрес, или его расположение не задано (задайте его на вкладке «Дополнительно»).

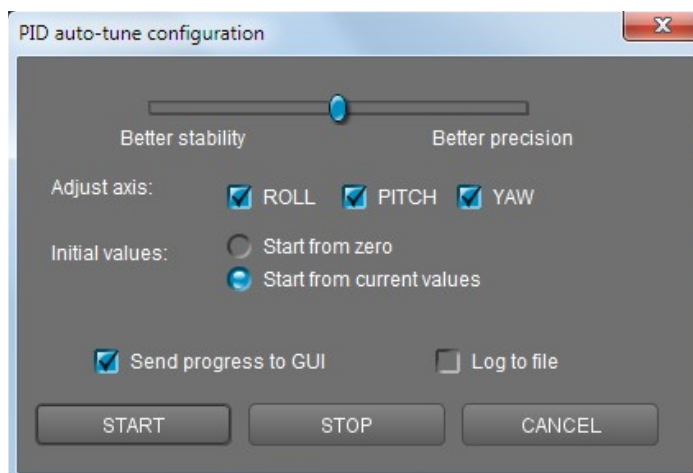
После переключения на второй датчик, приборная панель будет отображать его углы наклонов, на вкладке «Диагностика» пойдут сырые данные с его акселерометра и гироскопа, заданием осей ВВЕРХ и ВПРАВО можно настроить его ориентацию, а кнопкой «КАЛИБ.АКСЕЛЬ» откалибровать его акселерометр. Задайте правильную ориентацию датчика, руководствуясь теми-же правилами, что и для основного датчика. Затем проведите калибровку акселерометра и калибровку гироскопа. Обратите внимание, что в процессе калибровки гироскопа (при старте системы и по команде из GUI), одновременно калибруются оба датчика, так что нужно обеспечить их полную неподвижность.

5. Автонастройка PID

Эта возможность будет полезна для начинающих, и позволяет быстро получить стартовые настройки PID которые потом можно корректировать вручную.

Перед началом автоматической настройки PID, необходимо правильно настроить IMU-сенсоры (указать правильно расположение осей и откалибровать гироскоп и акселерометр), выходы на моторы, мощность моторов, инверсию и количество полюсов. Любое последующее изменение этих параметров влияет на работу PID-контроллера и потребует корректировки его настроек.

Подключите батарею и нажмите кнопку **AUTO** напротив настроек PID. Вы увидите небольшое диалоговое окно с начальными установками алгоритма автонастройки:



Выберите **Better stability** чтобы получить не самое высокое усиление PID, но которое обеспечивает большую устойчивость при работе. Выберите **Better precision** для максимального усиления PID. Но потом, возможно, потребуется скорректировать настройки вручную.

Вы можете настраивать сразу все оси, или каждую по отдельности. Отдельная настройка дает лучший результат.

Если вы хотите начать настройку с текущих значений параметров, выберите **Start from current values**. Чтобы начать с нулевых значений, выберите **Start from zero**

Отметьте чекбокс **Send progress to GUI**, чтобы видеть изменения значений коэффициентов в реальном времени. Вы также можете сохранять состояние системы при настройке в лог-файл, который затем можно проанализировать при помощи различных утилит, например <http://kst-plot.kde.org>

Процесс автонастройки

В процессе настройки алгоритм постепенно увеличивает коэффициенты P,I,D до тех пор, пока система не начнет само-возбуждаться, и откатывает последние стабильные значения немного назад. Это повторяется три раза и среднее от трех результатов сохраняется.

В процессе настройки требуется крепко держать подвес, точно так же как он будет использоваться при работе. Если после настройки система стабильна в нормальном положении, но нестабильна при наклоне камеры или рамы, требуется повторить настройку в положении **МАКСИМАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ**.

Если система возбуждается на определенной частоте, и частота не сильно зависит от настроек PID – скорее всего эта проблема вызвана механическим резонансом. В этом случае необходимо убрать его при помощи [цифровых фильтров](#) и повторить автонастройку PID.

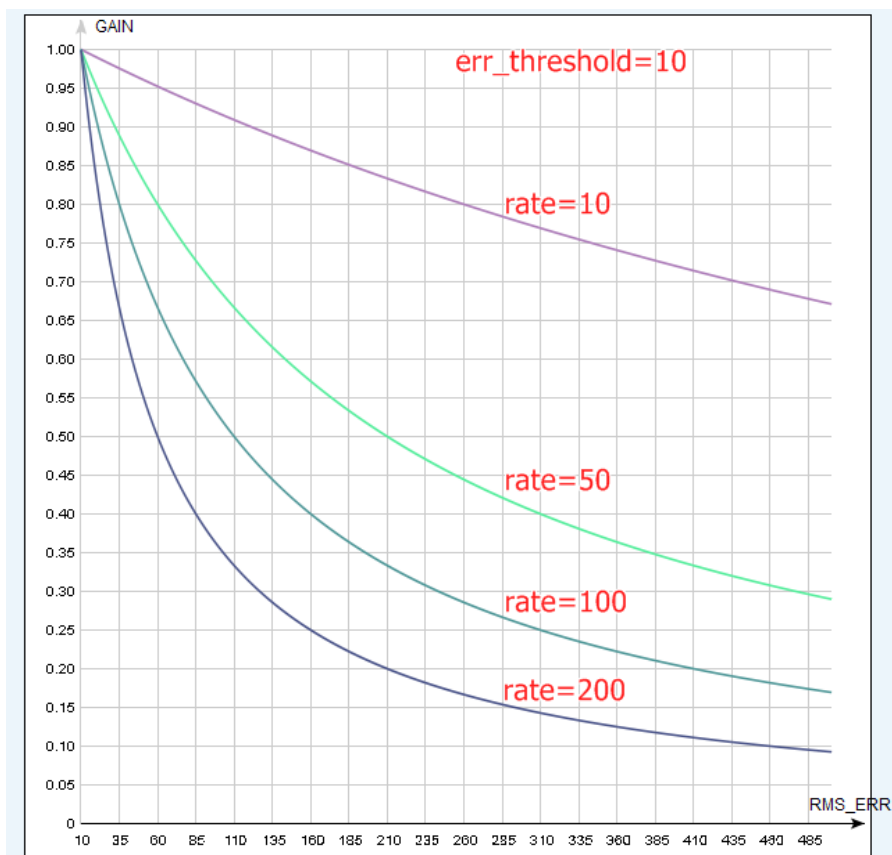
5. Автонастройка PID

На заметку: определить частоту резонанса можно на вкладке [Диагностика](#) по переменным $FREQ_R$, $FREQ_P$, $FREQ_Y$ для осей $ROLL$, $PITCH$, YAW , соответственно.

Адаптивная подстройка усиления ПИД-контроллера

Эта группа настроек позволяет адаптивно снижать усиление ПИД-контроллера, если система становится нестабильной из-за слишком высоких значений параметров ПИД-контроллера, что может привести к самовозбуждению системы, вызвав сильные вибрации, которые испортят съемку и даже могут повредить оборудование.

- **RMS error threshold**, 0..255 - порог среднего квадратического значения амплитуды осцилляций, частота которых превышает 10Гц, что соответствует паразитным вибрациям при самовозбуждении системы. При превышении этого значения начинает работу алгоритм понижения усиления. Рекомендуемое значение 10..15.
- **Attenuation rate**, 0..255 – чем больше это значение, тем больше понижается усиление PID. Выберите его достаточно большим для быстрой стабилизации системы. Результат при разных значениях показан на графике:



- **Recovery factor**, 0..10 – этот параметр определяет, насколько долго будет действовать алгоритм и как быстро восстановятся прежние значения. Чем он больше, тем медленнее идет восстановление. Рекомендуемое значение 5..6

Можно задействовать этот механизм отдельно для каждой оси.

6. Настройка RC-управления

Входы RC

Стандартная плата SimpleBGC предоставляет очень гибкую настройку удаленного управления. Она поддерживает до 5 цифровых входов, включая 1 вход для поддержки наиболее популярных серийных RC-протоколов, и 3 аналоговых входа. Также она может выдавать стандартный серво-сигнал на 4 цифровых входов в режиме декодирования многоканального входа или в режиме управления по Serial API протоколу. Полная схема прохождения RC сигналов приведена в [Приложении С](#)

Цифровые входы поддерживают режим PWM (его выдают наиболее распространенные приемники). Аналоговые входы принимают сигнал от 0 до 3.3В и предназначены для подключения аналогового джойстика, или потенциометра.

Есть возможность запитать приемник от линии +5В контроллера через стандартный серво-кабель (3-х пиновый разъем с линиями GND, +5V, Data). Для этого нужно запаять перемычку, которая подает питание на центральный штекер разъема (в стандартной версии платы она расположена рядом с группой RC-входов и обозначена J1).

Настройка входов

- **Режим входа RC_ROLL** – можно выбрать стандартный PWM, как и для остальных входов, или один из специальных протоколов: Sum-PPM, Futaba s-bus, Spektrum Satellite. Для подключения приемника Spektrum на плате также предусмотрен специальный 3-х пиновый разъем (подключен параллельно RC_ROLL). Далее описаны возможные варианты сигнала на входе RC_ROLL:
 - **Normal** – обычный PWM который выдают большинство RC-приемников, позволяет завести только один канал
 - **Sum-PPM** – модификация формата PWM в котором до восьми каналов кодируются импульсами последовательно. Не все приемники могут выдавать такой сигнал
 - **Futaba s-bus** – стандарт, применяемый в приемниках фирмы Futaba и некоторых клонах. Кодирован до 16 каналов.
 - **Spektrum** – стандарт, применяемый в приемниках фирмы Spektrum для связи модулей, и в некоторых клонах. По этому протоколу можно подключить внешний модуль-спутник. Для этого вход RC_ROLL дублирован на специальный разъем на плате, обозначенный "Spektrum". Начиная с версии прошивки 2.43b7, стало возможно спарить приемник с передатчиком в stand-alone (master) режиме прямо через контроллер SimpleBGC. Для этого выберите режим работы в разделе «RC» - «Дополнительно» и выполните команду «Board» - «Execute action» - «Bind RC receiver». Также можно выполнить связывание по кнопке меню, предварительно назначив это действие на нужное кол-во кликов. После успешного связывания, светодиод на приемнике загорится при включении передатчика. Убедитесь, что сигнал на всех каналах декодируется правильно. Если это не так, поменяйте тип протокола в разделе «RC» - «Дополнительно».
 - **SBGC Serial API 2nd UART** - в этом режиме, вход RC_ROLL может обрабатывать команды протокола SimpleBGC Serial API. Это позволяет расширить функциональные возможности платы путем подключения внешних устройств, реализующих этот протокол. Если порт RC_YAW не занят, он действует как выход (TX) последовательного порта, что позволяет

6. Настройка RC-управления

использовать двунаправленную связь. Если RC_YAW занят, остается только функциональность RX (иными словами, внешнее устройство может посылать команды плате, но не может читать ответы).

Параметры порта: 115200, 8N1 или 8E1 - 1 стоп-бит, 8 бит данных, четность 'no' или 'even' (автоопределение после нескольких входящих команд).

- **Аппаратные входы** - для каждого логического канала управления, выберите аппаратный вход (они промаркированы на плате).
 - **RC_ROLL, RC_PITCH, RC_YAW, FC_ROLL, FC_PITCH** - цифровые PWM (широотно- импульсная модуляция) входы, совместимые с 3-х и 5-ти вольтовыми приемниками.
 - **ADC1, ADC2, ADC3** – аналоговые входы, поддерживают подачу постоянного напряжения от 0 до +3.3В. К примеру, переменный резистор в аналоговом джойстике выдает такой сигнал. Для подключения джойстика, крайние выводы резистора соедините с выводами разъема +3.3В и GND, а центральный вывод резистора подключите к сигнальному входу.
 - **VIRT_CH_XX** – Если выбран специальный режим входа RC_ROLL, можно назначить любому из каналов управления виртуальный канал (в случае Sum-PPM их может быть до 8, в случае s-bus до 16).
 - **API_VIRT_CH_XX** – Виртуальные каналы, задаваемые через Serial API командой CMD_API_VIRT_CH_CONTROL. Подробнее смотрите в разделе [Управляемые переменные / Источник сигнала](#)
- **Каналы управления**
 - **ROLL, PITCH, YAW** - управления поворотом камеры по соответствующим осям
 - **CMD** позволяет выполнять заранее заданные действия по сигналу с пульта управления. Вы можете назначить двух- или трех-позиционный переключатель на пульте управления на отдельный канал, и назначить его CMD. Диапазон разделен на три зоны: LOW (низ), MID (середина), HIGH (верх). При переключении тумблера, сигнал переходит из одной зоны в другую и выполняется команда, назначенная этой зоне. Подробнее список команд рассмотрен в разделе [Кнопка меню](#).
 - **FC_ROLL, FC_PITCH** - предназначен для ввода сигналов от внешнего полетного контроллера, или для ввода дополнительных сигналов для смешивания. Подробнее в разделе [Усиление полетного контроллера](#)
- **RC Mix** - смешивание входов. Можно объединить сигналы с логических каналов FC_ROLL, FC_PITCH (предварительно назначив им аппаратные входы) с сигналами логических каналов ROLL, PITCH, YAW, по заданной пропорции. Например, если задать 50% - результирующий сигнал будет арифметическим средним двух исходных. Это позволяет настроить одновременное управление камерой с аналогового джойстика и приемника, или с двух приемников, или смешать сигнал с приемника с сигналом о наклоне с внешнего полетного контроллера

Режимы управления

- **Пропорциональный режим** – в этом режиме пульт управляет углами наклона камеры. Полному диапазону отклонения стиков соответствует поворот камеры на заданные углы от минимального до максимального из настроек. Если стик не меняет своего положения, то камера стоит на месте. Скорость поворота камеры задается параметром **Скорость** и ограничителем ускорений.
- **Инкрементальный режим** – в этом режиме пульт управляет угловой скоростью поворота камеры. Если стик в центре – камера стоит на месте. Если стик отклонен – камера поворачивается, но не выходит за пределы минимального и максимального углов, заданных в

6. Настройка RC-управления

настройках. На границах движение плавно замедляется. В обоих режимах возможен реверс управления (см. выше). Скорость поворота пропорциональна углу отклонения стика и настройке *Скорость*. В этом режиме также задействован ограничитель ускорений.

- **Мин. угол, Макс. угол** – диапазоны регулировки углов наклонов с пульта. Для инверсии управления, укажите первым большее значение, а вторым меньшее. Например, если вы планируете наклонять подвес только вниз на 90 градусов, укажите 0..90 или 90..0 для инверсии.
- **Скорость** – скорость перемещения камеры в пропорциональном или инкрементальном режиме.
- **Сглаживание** – фильтрация сигнала управления. Чем выше значение, тем плавнее реакция на стики. т. е. этот фильтр сглаживает резкие движения, но при этом вносит небольшую задержку.
- **Начальный угол** – если оси не сопоставлен аппаратный канал управления, или на нем отсутствует сигнал – при старте системы будет задан указанный целевой угол.
- **Подстройка RC** – позволяет скорректировать неточности аппаратуры управления.
 - **ROLL, PITCH, YAW trim** – подстройка нуля логических каналов управления. Нулем в данном приложении считается уровень PWM 1500. Лучше подстроить его в настройках аппаратуры управления, руководствуясь показаниями входного сигнала на вкладке «Диагностика». Если сделать сложно (например, в качестве управляющего устройства используется аналоговый джойстик) можно подстроить нули в GUI. Установите ручки в центр и нажмите **AUTO**. Текущие показания будут считаны и приняты за нулевой отсчет.
 - **Мертвая зона** – задает мертвую зону около нейтрального положения ручки управления. Внутри этой зоны, управление не действует. Эта настройка работает только в инкрементальном режиме управления скоростью, и позволяет улучшить управляемость исключив ошибки возврата ручки в центр или дрожания из-за погрешностей в обработке сигнала.
 - **Экспонента** – настраивает степень прогиба кривой экспоненты, которая позволяет получить более точный контроль в зоне малых значений вблизи центра, но более грубый контроль ближе к краям. Действует только в режиме **СКОРОСТЬ** для всех осей, и в режиме **СЛЕДОВАТЬ** для оси YAW.
- **Ограничитель ускорений** - опция, ограничивающая угловые ускорения в случае резкого управления с RC или Serial. Помогает избежать рывков или пропуска шагов, сделать начало движения и остановку камеры более плавными. Единицы измерения - градусы / секнду²
- **PWM Output** – позволяет передать сигнал из виртуального канала, принятого с приемника RC, на специальный выход платы в режиме PWM, который понимают стандартные хоббийные сервомашинки. На плате SimpleBGC 3.x (32 бит) в этом режиме могут работать следующие входы:

Servo1 – FC_ROLL

Servo2 – FC_PITCH

Servo3 – RC_PITCH

Servo4 – AUX1

Для назначения режима серво-выхода выбранному входу, убедитесь что он не задействован в качестве входа RC.

При подключении сервомашинки, есть несколько вариантов как запитать ее:

- Подключить только сигнальный провод и общий провод, а питание взять от внешнего источника

6. Настройка RC-управления

- Подключить внешний источник к центральному проводу группы разъемов RC, перерезав (распаяв) джампер J1, чтобы отключить эту линию от источника +5В на плате.
ВНИМАНИЕ: соединение двух источников с импульсным регулированием может привести к выходу их из строя и необратимому повреждению платы.
- Запаять джампер J1, чтобы запитать сервомашинки от встроенного в плату регулятора +5В
ВНИМАНИЕ: проверяйте соответствие потребляемого сервомашинками суммарного тока предельным заявленным производителем платы характеристикам. Для версии «Basecamelectronics SimpleBGC 32bit v.3.0» предельный ток составляет 1А.

7. Настройка Режима Следования (Follow mode)

7. Настройка Режима Следования (Follow mode)

Здесь настраивается специальный режим управления камерой, при котором камера следует за наклонами и поворотами внешней рамы, на которой закреплен подвес. Возможны два алгоритма работы этого режима: в первом угол наклона рамы сообщает внешний полетный контроллер, во втором он определяется на основе данных о магнитном поле моторов. Первый режим более точный, но имеет ограничения на углы наклонов и требует подключения и настройки внешнего полетного контроллера. Работает только для осей ROLL и PITCH. Второй режим допускает работу при любых углах наклона внешней рамы, но не допускается пропуск «шагов» (в случае срыва магнитного поля необходимо будет выставить камеру вручную). Для YAW это единственный вариант работы в режиме следования.

Скорость следования определяется параметром **Скорость** на этой же вкладке. Действуют ограничения на **Мин.** и **Макс. углы** и **Сглаживание** управления из вкладки «Пульт RC».

Настройки режима:

- **Отключен** – следование по осям ROLL и PITCH не выполняется.
 - **Определять углы рамы по магнитному полю** - позволяет приблизительно определять угол наклона рамы, даже когда режим следования отключен. Знание этого угла необходимо для расширения диапазона рабочих углов рамы, при которых сохраняется стабильная работа подвеса (фактически это позволит работать при любом угле от 0 до 360°). Для правильной работы этой опции необходимо настроить **Смещение** согласно рекомендациям ниже. Не рекомендуется использовать этот режим в полете, т. к. в случае срыва стабилизации может потребоваться ручная коррекция.
- **Следовать за полетным контроллером, %** - первый вариант работы, для которого необходимо подключить и настроить внешний полетный контроллер. Можно задать в процентах, на сколько повторять наклоны рамы.
- **Следовать по PITCH, ROLL** – второй вариант работы, для которого внешний полетный контроллер не нужен. Камера управляется наклонами рамы. Этот режим будет интересен в первую очередь тем, кто использует контроллер для стабилизации камеры в носимых устройствах. Он позволяет очень естественно и точно управлять камерой без помощи органов управления, таких как джойстик или радиопередатчик. При углах наклона камеры от линии горизонта до 30 градусов (задается настройкой), управляется только ось PITCH, а ROLL стабилизирован по уровню горизонта. После 30 градусов, когда камера смотрит вниз или вверх, управляются уже обе оси.
 - **ROLL старт, град.** - установите угол (в градусах) наклона камеры по PITCH вверх или вниз, после которого ось ROLL переключается из режима привязки к горизонту, в режим следования за рамкой.
 - **ROLL переход, град.** - установите угол (в градусах) наклона камеры по PITCH, в пределах которого для оси ROLL происходит плавный переход из режима привязки к горизонту в режим следования за рамкой (см. рисунок)



НА ЗАМЕТКУ: чтобы полностью отключить следование по ROLL, установите значения параметров (90, 0). Чтобы включить следование по ROLL независимо от угла наклона камеры, установите значения (0, 0)

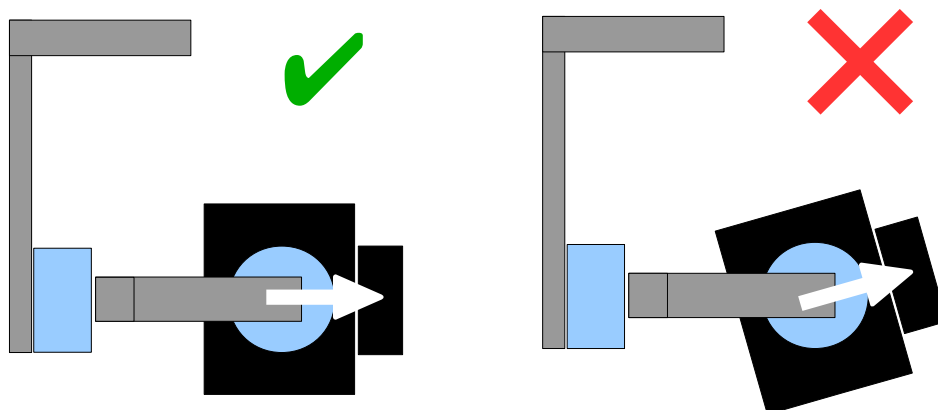
7. Настройка Режима Следования (Follow mode)

- **Следовать по YAW** – панорамирование камеры управляется поворотом рамы. Этот режим может быть включен независимо от режима работы остальных осей. Если камера при старте системы смотрит не в том направлении, необходимо руками грубо выставить нулевой угол рама-камера, и более точно настроить его параметром **Смещение** для YAW.
- **Мертвая зона** – задает зону в градусах, в пределах которой отклонение рамы не вызывает поворота камеры. Это позволяет игнорировать мелкие воздействия на раму при ходьбе.
- **Кривая экспоненты** - чем больше это значение, тем плавнее управление вблизи нейтрального положения. Она позволяет добиться очень плавных поворотов камеры, отклоняя внешнюю раму подвеса на небольшие углы, и вместе с тем возможно динамичное управление, если увеличить углы отклонения рамки.
- **Смещение** - эта настройка относится к калибровочным. Для правильной работы режима следования необходимо точно выставить нулевой угол камеры относительно рамы по оси ROLL и PITCH. Для этого установите внешнюю раму в горизонтальном положении (ЭТО ОЧЕНЬ ВАЖНО!) и нажмите AUTO. Автоматически будет определен нужный угол смещения. Подстройка угла по оси YAW необходимо, если камера после инициализации системы фиксируется под неправильным углом, и руками не выравнивается. Для коррекции подберите нужный угол смещения экспериментально.
- **Скорость** - задает скорость реакции на отклонение рамы. Максимальная скорость зависит от возможностей моторов. Если они не могут выдать достаточное усилие для быстрого поворота камеры, они будут пропускать полюса. Уменьшите скорость, или используйте ограничитель ускорений.
ВАЖНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ: При высоких значениях скорости (начиная с 50-100), требуется также увеличить значение параметра «Сглаживания LPF» (к примеру, начиная с 2-3), и «Кривая экспоненты» (к примеру, начиная с 50). Иначе, могут возникнуть проблемы при управлении камерой, проявляющиеся в виде вибрации и рывков.
- **Сглаживание (LPF)** – низкочастотный фильтр, который сгладит резкие повороты рамы и добавит управлению плавности. При слишком больших значениях, камера набирает и теряет скорость медленно, как следствие она может продолжать движение даже при остановке ручки подвеса. Требуется навык, чтобы добиться точного управления при больших значениях сглаживания. В этом может помочь задание параметра «кривая экспоненты» больше 50. Не рекомендуется ставить сглаживание ниже 2.

Работа системы в режиме следования

При старте системы в режиме следования, держите раму горизонтально и руками выставите камеру в горизонтальное положение и ровно по курсу. Камера легко «перескакивает» между магнитными полюсами, и достаточно примерно развернуть ее, дальше она сама перейдет к нужной точке.

7. Настройка Режима Следования (Follow mode)



Плавно поворачивайте и наклоняйте рамку. Повороты в пределах $\pm 45^\circ$ задают скорость управления камерой от 0 до 100%. Камера поворачивается в соответствии с настройками скорости следования, пока ее углы не сравняются с углами рамки, или не будут достигнуты заданные ограничения (если камера при повороте рамы движется непредсказуемо, возможно выставлено неправильное направление вращения моторов и потребуется изменить флаг **Инвертировать** на вкладке базовых настроек).

Для достижения плавности в управлении, увеличивайте параметры **Сглаживание**, **Экспонента**, и уменьшайте **Скорость** и **Ограничение ускорений**. Для динамичного управления, наоборот, убирайте сглаживание и экспоненту, и повышайте скорость.

В случае сбоя стабилизации из-за внешнего воздействия, камера может полностью утратить синхронизацию с рамой. В этом случае ее нужно вернуть руками. **ОЧЕНЬ ВАЖНО** при этом держать раму горизонтально, т. к. в этот момент калибруется нулевой угол рамы.

Одной из интересных возможностей является переключение режима следования на лету, в процессе съемки (при помощи переключения профилей). При этом сохраняется текущий угол камеры.

8. Дополнительные настройки

- **Настройки ИНС** - опции, влияющие на точность определения углов наклонов камеры.
 - **Доверие гироскопу** - чем выше значение, тем большая роль отводится гироскопу при определении углов. Это уменьшает ошибки, связанные с ускорениями при старте/остановке или движением по дугам. Но при этом хуже компенсируется дрейф гироскопа, приводя к наклону линии горизонта с течением времени. Для полетов на небольших скоростях, рекомендуется установить небольшие значения (40..80), что даст более стабильный горизонт в течение длительного периода времени. В случае полетов с агрессивными маневрами, лучше установить значение побольше (100..150)
 - **Компенсировать ускорения** – указание использовать физическую модель мультиротора для компенсации ускорений при полете. Эта настройка работает только при подключении внешнего полетного контроллера или второго IMU на раме.
- **Настройки частот**
 - **Скорость порта** – тактовая частота, на которой передаются данные по COM-порту между контроллером и GUI. Настраиваемая скорость может быть полезна для удаленного соединения через Bluetooth или модем, где небольшие скорости позволяют достичь более устойчивой связи.
 - **Частота ШИМ** – задает частоту ШИМ для управления моторами (ШИМ – это способ изменить выходное напряжение путем включения/выключения тока с высокой частотой). Доступны два режима – низкочастотный в слышимом диапазоне, и бесшумный ультразвуковой. В бесшумном режиме частота переключений выше, и поэтому потребуется немного увеличить выходную мощность, т.к. больше энергии рассеивается в тепло при переключениях ключей в драйверах моторов.
- **Выходы на моторы** – эта настройка задает соответствие физического выхода на мотор для логических осей стабилизации. Если ваша система двух-осевая, отключите третью ось, чтобы алгоритм стабилизации работал правильно.
- **Усиление полетного контроллера** – коэффициенты для правильного согласования с внешним полетным контроллером. Для повышения качества стабилизации и задействования некоторых вспомогательных функций, необходимо знать угол наклона рамы коптера. Гиродатчики подвеса не дают такой информации. Большинство полетных контроллеров имеют выходы на сервоприводы подвеса, которые необходимо подключить к контроллеру SimpleBGC на входы EXT_ROLL, EXT_PITCH (см. схему подключения на сайте). Алгоритм настройки следующий:
 - В полетном контроллере активируйте выход на подвес и задайте компенсацию на сервоприводы для того диапазона углов, в котором вы планируете летать (к примеру, +-30 градусов наклона рамы должно соответствовать полному рабочему диапазону сервопривода)
 - Отключите любые сглаживания и фильтры, если они предусмотрены в настройках полетного контроллера
 - На вкладке **Пульт RC** убедитесь, что входы EXT_ROLL, EXT_PITCH на задействованы для управления подвесом (т. е. не выбраны ни в одном выпадающем списке)
 - На вкладке **Диагностика** проконтролируйте наличие сигнала EXT_FC_ROLL, EXT_FC_PITCH и его правильное разделение по осям (т. е. наклон рамы по оси ROLL вызывает отклонение столбика EXT_FC_ROLL в пределах диапазона примерно 900..2100, аналогично для EXT_FC_PITCH)

8. Дополнительные настройки

- Подключите питание и настройте стабилизацию согласно рекомендациям (ПИД, МОЩНОСТЬ, ОБРАТИТЬ)
- Нажмите кнопку **AUTO** в группе «Усиление полетного контроллера» и медленно наклоняйте раму мультиротора по каждой оси в разные стороны в течение 10-30 секунд.
- Нажмите кнопку **AUTO** повторно для прекращения калибровки (также, калибровка прекращается сама после некоторого продолжительного периода времени). Вычисленные коэффициенты запишутся в память и отобразятся в GUI.
- **Датчик**
 - **Фильтр гироскопа** – фильтрация показаний гироскопа. Не рекомендуется выставлять значения, отличные от 0, т. к. усложняется настройка PID-регулятора. Может помочь в случае высокого уровня шума с гироскопа (цифровой шум или высокочастотные вибрации) Оценить зашумленность можно по графикам на вкладке «Диагностика»
 - **Повышенная чувствительность гироскопа** – повышает чувствительность сенсора вдвое. Может пригодиться для настройки подвеса для больших камер, когда параметры PID близки к верхним границам, но удовлетворительное качество стабилизации все ещё не достигнуто. Увеличение чувствительности равнозначно увеличению P и D параметров в два раза.
 - **Включить подтяжки I2C** - включает встроенные подтяжки линий SDA, SCL шины I2C. Для 32битной платы включение подтяжек не имеет смысла.
 - **IMU на раме** – задает месторасположение второго сенсора IMU. Более подробно в разделе «Базовые настройки»

9. Сервисные настройки

Кнопка меню

Если вы подключили кнопку меню (разъем BTN), то можно назначить различные команды многократным нажатиям кнопки. Доступные команды:

- **Включить профиль 1..5** – загружается выбранный профиль
- **Calibrate ACC** – калибровка акселерометра выбранного сенсора. По умолчанию калибруется основной сенсор. Поведение соответствует кнопке в GUI.
- **Calibrate Gyro** – калибровка гироскопов (одновременно основного и дополнительного сенсора, если установлен). Поведение соответствует кнопке в GUI.
- **Swap RC PITCH – ROLL** – временное переключение входа с приемника по каналу PITCH на канал ROLL. В большинстве случаев, достаточно одного канала для управления наклоном подвеса по тангажу. Перед полетом, вы можете переключиться на канал ROLL и точно выставить крен. Повторное нажатие переключает вход обратно, и в памяти сохраняется текущее значение управления ROLL
- **Swap RC YAW – ROLL** – аналогично предыдущему пункту
- **Set tilt angles by hand** – на несколько секунд отключает моторы и запоминает положение камеры. В дальнейшем камера остается в этом положении. Функция может быть полезна для точной установки горизонта или угла наклона перед полетом.
- **Reset controller** – полная перезагрузка с прохождением калибровки и т. д.
- **Motors Toggle, motors ON, Motors OFF** – переключать состояние моторов, или включать и выключать их.
- **Frame upside-down** – быстрая перестройка системы под расположение рамы вверх-ногами (при сохранении обычного расположения камеры). При этом переключается инверсия мотора YAW и на 180° поворачивается настройка второго IMU на раме. При повторном выполнении команды, настройки возвращаются в первоначальное состояние.
- **Look down** – камера перемещается на 90 градусов вниз с заданной в настройках RC скоростью.
- **Home position** – камера возвращается в стартовую позицию (ту в которую она становится при старте системы).
- **PID auto-tuning** – запуск автоматической настройки параметров PID для всех трех осей.

Мониторинг батареи

Сенсор напряжения используется для предупреждения о разряде, а также для компенсации падения напряжения при нормальном процессе разряда батареи.

- **Калибровать** - если отображаемое напряжение отличается от реального, нажмите эту кнопку и укажите реальное напряжение (измерив его с помощью вольтметра). Контроллер автоматически изменит калибровочные коэффициенты, чтобы измеряемое им напряжение соответствовало реальному. Учтите, что при сбросе настроек на заводские, эта калибровка также теряется.
- **Низкое напряжение - тревога** - если опция включена, будет выдан сигнал на пищалку при падении напряжения ниже порога.
- **Низкое напряжение - остановка** - если опция включена, при падении напряжения ниже порога моторы будут остановлены для уменьшения потребляемого контроллером тока.

9. Сервисные настройки

- **Компенсировать падение напряжения** - если опция включена, автоматически будет увеличен параметр POWER для всех моторов, пропорционально разнице между текущим напряжением батареи, и референсным, заданным в поле «**Полная батарея**». Чтобы эта опция имела эффект, при настройке подвеса указывайте POWER меньше 255, чтобы был запас для его увеличения. **ВНИМАНИЕ!** Не включайте эту опцию, если контроллер имеет встроенную схему стабилизации напряжения для моторов (к примеру, версия "SimpleBGC Tiny"). В этом случае компенсация даст негативный эффект.
- **Значения по умолчанию** - выберите тип батареи, чтобы загрузить в настройки порогов типичные значения для этого типа и количества ячеек.

Пищалка

Предназначена для подачи звуковых сигналов при наступлении определенных событий. Можно включить или отключить сигнализацию для разных типов событий. На некоторых платах выход на пищалку сделан отдельно. К нему можно подключить активную пищалку (со встроенным генератором), рассчитанную на 5В и ток не более 40ма.

Можно не подключать пищалку, а издавать звук моторами. Учтите, что они могут издавать звук, только когда подано основное напряжение питания.

Световая сигнализация

На плате присутствует сигнальный светодиод (LED), который показывает текущие режимы работы:

- **LED не горит** – пауза перед калибровкой, чтобы успеть убрать руки
- **LED редко мигает** – идет калибровка. В зависимости от режима, обеспечьте неподвижность или следуйте инструкциям
- **LED быстро мигает** – ошибка системы, стабилизация не может быть выполнена. Для диагностики ошибки подключите GUI
- **LED горит постоянно** – идет стабилизация в нормальном режиме
- **LED горит постоянно, но иногда мигает** – в процессе работы регистрируются ошибки шины I2C или срыв синхронизации.

10. Вкладка «Диагностика»

В этой вкладке отображаются сырые данные с датчиков, отладочная информация, и входные сигналы на логических каналах управления.

- **ACC_X,Y,Z** – данные акселерометра.
- **GYRO_X,Y,Z** – данные гироскопа. Помогают определить качество настройки ПИД-регулятора, в частности P и D.
- **ERR_ROLL,PITCH,YAW** – графики максимальной ошибки стабилизации. Соответствуют пиковым индикаторам в панели приборов и показывают максимальные углы отклонений камеры.

Каждый график может быть включен или выключен. Ползунок **Масштаб** позволяет увеличить/уменьшить диапазон по оси Y.

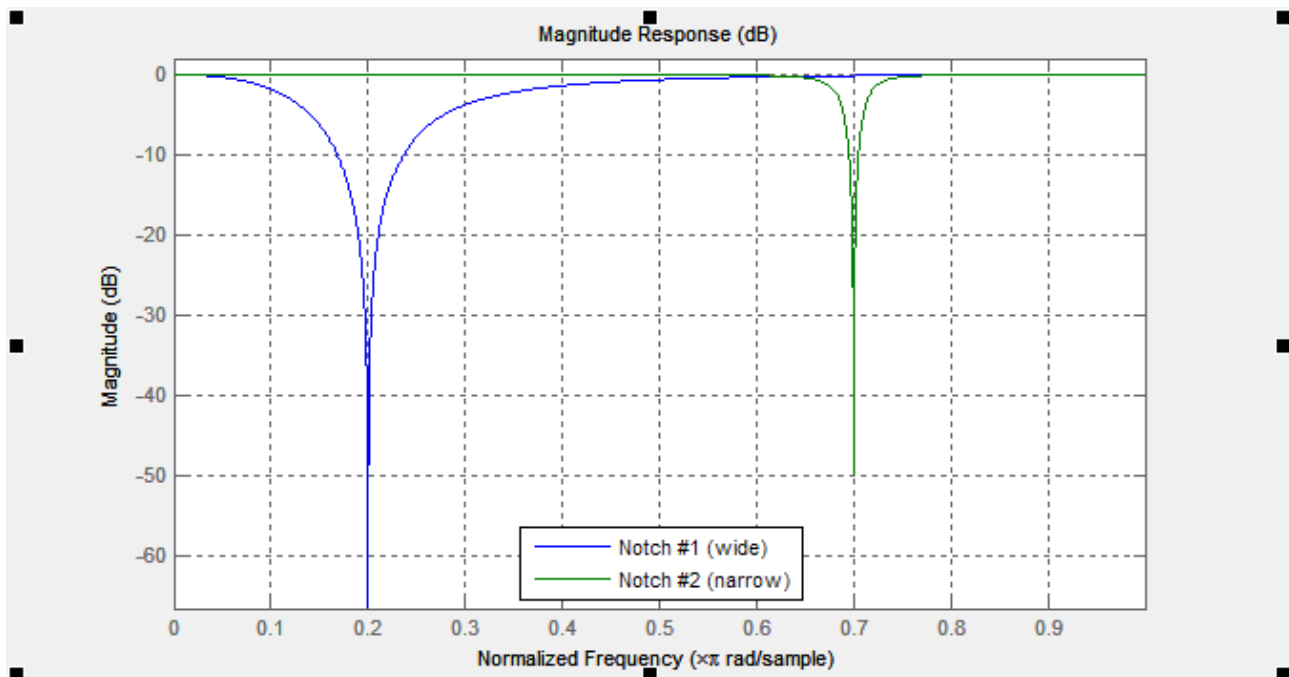
Если включен чекбокс «**Получать доп.информацию**», в GUI передается следующая отладочная информация:

- **RMS_ERR_R, RMS_ERR_P, RMS_ERR_Y** – средняя амплитуда вибрации, измеренная гироскопом. Она помогает определить, какая из осей склонна к самовозбуждению: при появлении даже легкой вибрации в системе, график одной из осей вырастет быстрее остальных.
- **FREQ_R, FREQ_P, FREQ_Y** – главная частота вибрации. Этот показатель имеет смысл, только если вибрации имеют заметную амплитуду. Если частота вибрации не меняется при изменении настроек ПИД, это может говорить о наличии механических резонансов в системе, и самовозбуждение как правило, начинается на этих частотах. Применяйте режекторные фильтры для устранения этих резонансов (см. раздел «**Фильтры**» в будущих версиях).

11. Цифровые фильтры

Эти настройки помогают улучшить качество работы PID-контроллера, устраняя проблемы в его работе, вызванные несовершенством механики.

Режекторные фильтры



Это фильтры с подавлением узкой полосы частот. Они могут помочь в случае, если у системы есть ярко-выраженный механический резонанс. При этом, частота резонанса не зависит от настроек P,I,D. При увеличении степени усиления обратной связи, осцилляции будут появляться в первую очередь на частотах механического резонанса. В этом случае расстановка одного или нескольких режекторных фильтров может помочь повысить усиление обратной связи и добиться более точной и стабильной работы PID регулятора. Но этот фильтр будет бесполезен, если осцилляции могут возникнуть в широком диапазоне частот. В этом случае лучше воспользоваться НЧ-фильтром.

Пример: подвес стабильно работает, но при наклоне камеры вниз на 60 градусов, возникает сильная вибрация, которая не дает поднять усиление PID.

1. Во вкладке Monitoring определяем, какая ось создает вибрацию. Для этого включаем графики RMS_ERR_R, RMS_ERR_P, RMS_ERR_Y. Медленно наклоняем камеру, пока не начнется вибрация. График, который быстрее всех вырастет, покажет проблемную ось. В примере это это RMS_ERR_P (ось PITCH)
2. В режиме устойчивой вибрации, определяем ее частоту. Для этого смотрим на переменную FREQ_P на этой же вкладке. Эта переменная показывает основную частоту вибрации. Альтернативный способ – воспользоваться спектро스코пом (есть ряд приложений для смартфонов, анализирующих сигнал с микрофона), но он сработает только если звук вибрации хорошо различим.
3. На вкладке "Фильтры" для оси PITCH заполняем параметры первого режекторного фильтра: Частота 100, Ширина 10, чекбокс "Включен" выбран.
4. Записываем параметры. Вибрация значительно уменьшилась и ее частота сместилась на 105Гц. Меняем частоту фильтра также на 105 Гц. Теперь частота сместилась на 95 Гц. Возвращаем

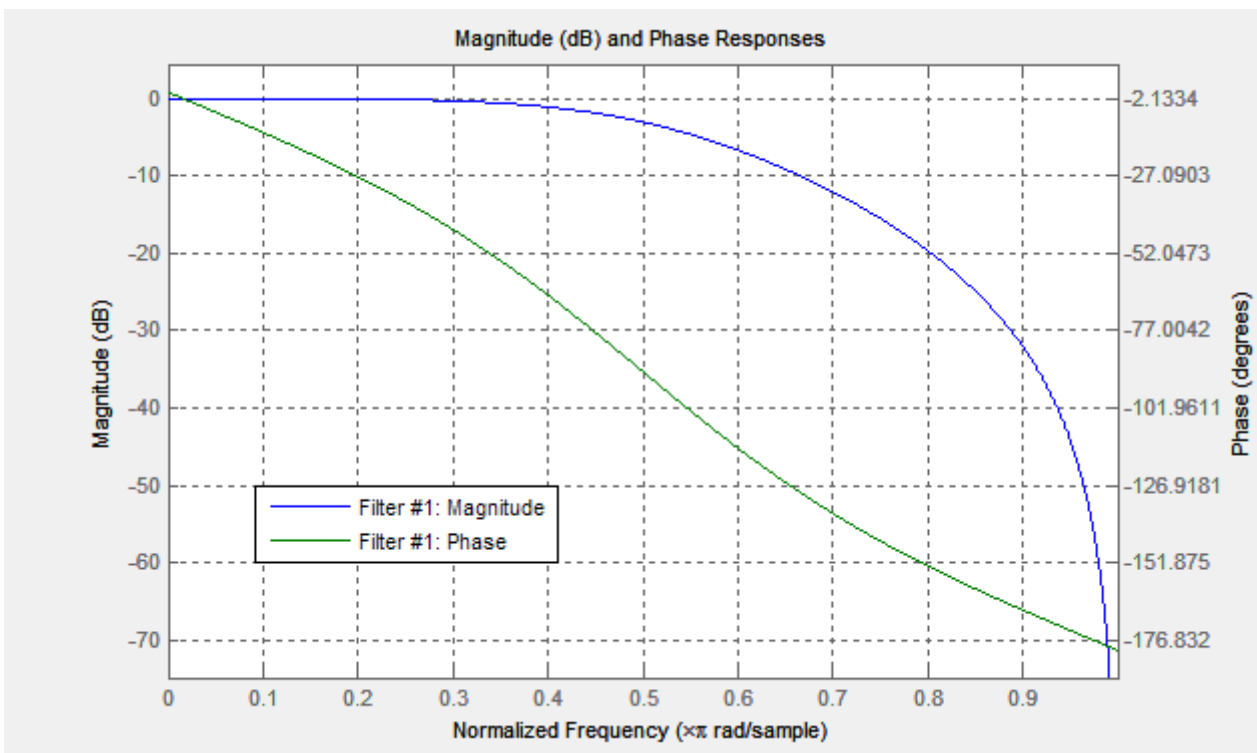
11. Цифровые фильтры

значение 100 и увеличиваем ширину полосы до 20. Теперь вибрация на этой частоте резонанса полностью ушла. Обратите внимание, что нужно стараться выбрать наиболее узкую возможную полосу, так как слишком широкая полоса может негативно сказаться на эффективности PID-регулятора.

- После того, как мы закрыли один резонанс, продолжаем повышать усиление PID (за усиление отвечают параметры P,D). Второй резонанс появляется при наклоне камеры вверх, на частоте 140 Гц. Закрываем его вторым режекторным фильтром аналогичным образом.

В этом примере, фильтры на других осях не потребовались. Но может так случиться, что резонанс затрагивает две оси. Тогда фильтры на одной частоте приходится ставить на обе оси.

Фильтр низкой частоты второго порядка.



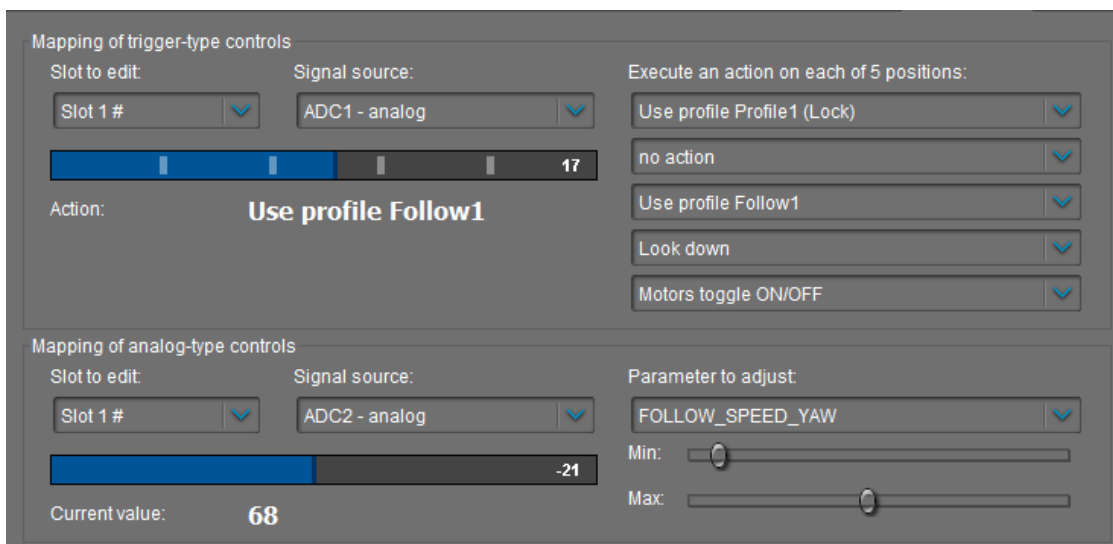
Применение этого фильтра может быть оправдано для больших подвесов (тяжелые камеры с высоким моментом инерции) или подвесов с редукторной передачей. Рабочая частотная область у них ниже, чем у легких подвесов. Но параметр «D» PID-регулятора усиливает обратную связь тем больше, чем выше частота. На высоких частотах отклик механической системы (т.е. ее реакция на управляющее воздействие) может быть недостаточно четким и быстрым, из-за многих факторов (ВЧ-резонансы, задержки распространения механического воздействия, нелинейности из-за люфтов и трения). Это вызывает склонность системы к самовозбуждению. Фильтр низких частот понижает усиление на высокой частоте и повышает устойчивость системы. Но у него есть и обратная сторона - он дает задержку фазы, которая растет с приближением к частоте отсечки, что может негативно сказаться на стабильности ПИД. Это обуславливает сложность настройки этого фильтра, и его использование не всегда бывает оправдано.

Замечание: До версии 2.42, за НЧ-фильтрацию отвечал параметр Gyro LPF, который задавал фильтр первого порядка. Сейчас он не используется и заменен фильтром второго порядка с более точной настройкой частоты.

12. Управляемые переменные (Adjustable Variables)

12. Управляемые переменные (Adjustable Variables)

Начиная с версии прошивки 2.43, контроллер поддерживает удаленное управление не только углами камеры, но и большим количеством параметров системы, позволяя менять их в режиме реального времени. Также в ней расширены функции удаленного выполнения различных команд, аналогично каналу **CMD**, но с гораздо более гибкой настройкой. Вкладка с настройками управления появляется после подключения к 32-битной плате с прошивкой, поддерживающей эту функцию:



Доступны два типа управления, **Trigger** и **Analog**:

- Тип управления **Trigger** предназначен для подключения кнопок и переключателей, где по каждому состоянию кнопки выполняется назначенная этому состоянию команда. Весь диапазон сигнала RC разделен на 5 секторов, при переходе из одного в другой выполняется назначенное действие. Доступно до 10 слотов для сопоставления каналу управления набора из 5 действий.
- Тип управления **Analog** предназначен для плавной регулировки выбранных параметров путем вращения потенциометров на пульте управления. Также возможно переключение между фиксированными значениями с помощью многопозиционных тумблеров. Доступно до 15 слотов для сопоставления каналу управления одного параметра.

Источник сигнала

Для обоих типов управления источником сигнала могут выступать:

- **PWM входы на плате**, обозначенные как RC_ROLL, RC_PITCH, RC_YAW, FC_PITCH, FC_ROLL. К ним подключаются стандартные RC-приемники
- **Аналоговые входы ADC1 - ADC3**. К ним могут подключаться аналоговые потенциометры сопротивлением 1-10кОм (крайне выводы подключаются к GND и 3.3В, центральный к ADC входу)
- **Виртуальные каналы приемника** RC_VIRT_CH1 – RC_VIRT_CH32, доступные в случае подключения RC-приемников с большим числом каналов по одному проводу. Подробнее об этом читайте в разделе [Входы RC](#)
- **Виртуальные каналы, управляемые через Serial API** с другого устройства. API_VIRT_CH1 – API_VIRT_CH32.

НА ЗАМЕТКУ: Этот тип входа позволяет независимым разработчикам создать внешний пульт управления с

12. Управляемые переменные (Adjustable Variables)

любым набором кнопок, переключателей и потенциометров, обслуживаемый простым микропроцессором (к примеру на Arduino), который считывает и передает состояние органов управления по проводному или беспроводному serial-интерфейсу. Так как вся настройка функций органов управления осуществляется через SimpleBGC_GUI, программное обеспечение такого пульта может быть предельно простым. Документация по протоколу «SimpleBGC Serial API specification» доступна для скачивания на нашем сайте <http://www.basecamelectronics.com>.

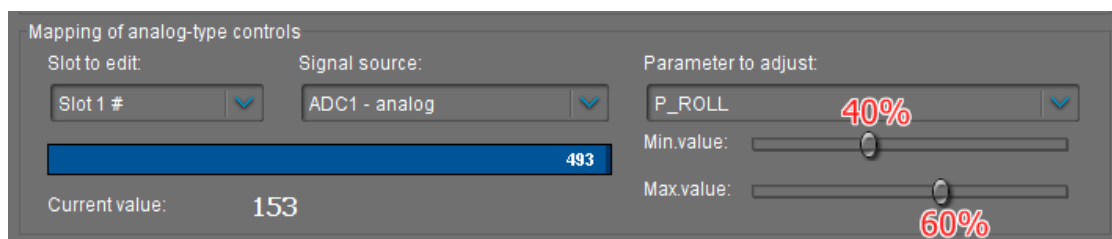
Настройка управления типа Trigger

- Выберите слот для настройки. Слоты, где уже задан источник сигнала, отмечены символом '#'.
- Выберите источник сигнала. Один источник может быть выбран одновременно в нескольких слотах (но следите за тем, чтобы выполняемые по нему команды не мешали друг-другу)
- Назначьте действия каждому сектору. Возможные действия описаны в разделе «[Кнопка меню](#)». Можно оставить любой сектор пустым (no action).

После записи параметров кнопкой Write, отобразится текущий уровень сигнала на выбранном слоте (для удобства диапазон разделен на сектора), и последнее активированное действие. Вы можете в реальном времени проверить, правильно ли выполняются действия при изменении уровня сигнала.

Настройка управления типа Analog

- Выберите слот для настройки. Слоты, где уже задан источник сигнала, отмечены символом '#'.
- Выберите источник сигнала. Один источник может быть выбран одновременно для управления несколькими переменными, что может быть удобно для изменения значения группы параметров одним органом управления.
- Выберите переменную, значение которой необходимо менять. Расшифровка имен переменных дана в [Таблице 1](#).
- Задайте диапазон изменения переменной с помощью ползунков Min., Max.. Вы можете изменять параметр в необходимом вам диапазоне даже при перемещении органа управления в предельные положения. К примеру, если полный диапазон изменения переменной (0-255), а вам нужно менять его в диапазоне (100-150), установите ползунок «Min.» примерно на 40%, а ползунок «Max.» на 60%, как показано на картинке:



При этом, предельное отклонение органа управления соответствует предельному значению параметра 153, что удовлетворяет нашим требованиям.

Также, есть возможность инвертировать управление, указав значение Min. больше Max.

Наблюдая текущее значения параметра (Current value) в реальном времени, несложно подобрать ползунками требуемый диапазон.

Обратите внимание, что подстройка Min, Max. имеет запас $\pm 10\%$ по краям диапазона. Это сделано для случаев, когда предельные положения ручек управления не охватывает весь диапазон ± 500 (синяя

12. Управляемые переменные (Adjustable Variables)

полоска не доходит до краев), но нужно менять значение переменной вблизи минимума или максимума.

Таблица 1. Расшифровка имен управляемых переменных

Имя переменной	Описание
P_ROLL, P_PITCH, P_YAW	Параметр P PID-регулятора
I_ROLL, I_PITCH, I_YAW	Параметр I PID-регулятора, умноженный на 100
D_ROLL, D_PITCH, D_YAW	Параметр D PID-регулятора
POWER_ROLL, POWER_PITCH, POWER_YAW	Параметр POWER
ACC_LIMITER	Ограничитель ускорения (единицы измерения: 4 градуса/сек ²)
FOLLOW_SPEED_ROLL, FOLLOW_SPEED_PITCH, FOLLOW_SPEED_YAW	Скорость движения в режиме Follow
FOLLOW_LPF_ROLL, FOLLOW_LPF_PITCH, FOLLOW_LPF_YAW	Сглаживание управления в режиме Follow
RC_SPEED_ROLL, RC_SPEED_PITCH, RC_SPEED_YAW	Скорость движения при управлении с пульта RC
RC_LPF_ROLL, RC_LPF_PITCH, RC_LPF_YAW	Сглаживание управления с пульта RC
RC_TRIM_ROLL, RC_TRIM_PITCH, RC_TRIM_YAW	Подстройка нуля для каналов управления камерой по ROLL, PITCH, YAW в режиме скорости
RC_DEADBAND	Мертвая зона для сигнала RC для каналов управления камерой в режиме скорости
RC_EXPO_RATE	Степень изгиба кривой экспоненты для сигнала RC
FOLLOW_MODE	Режим следования по углам PITCH, ROLL: 0 – выключен, 1 – следовать за полетным контроллером, 2 – следовать за рамкой подвеса
RC_FOLLOW_YAW	Режим следования по углам YAW: 0 – выключен, 1, 2 – следовать за

12. Управляемые переменные (Adjustable Variables)

	рамкой подвеса
FOLLOW_DEADBAND	Мертвая зона для угла отклонения рамы в режиме следования (единицы измерения: 0.1 градуса)
FOLLOW_EXPO_RATE	Степень изгиба кривой экспоненты для режима Follow
FOLLOW_ROLL_MIX_START	Начало зоны перехода в режим следования, градусы
FOLLOW_ROLL_MIX_RANGE	Длина зоны перехода в режим следования, градусы
GYRO_TRUST	Доверие гироскопу

13. Обновление прошивки

Автоматическое обновление

Для проверки наличия новой версии прошивки, подключитесь к плате и нажмите кнопку «**Проверить**». Вы получите список всех доступных версий (включая старые), с подробным описанием изменений. Выберите версию для загрузки и нажмите кнопку «**Обновить!**». Обычно процесс обновления занимает 10-30 секунд. **ВНИМАНИЕ! Не отключайте USB-кабель от платы во время обновления.**

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ:

- Для операционной системы, отличной от Windows, могут потребоваться дополнительные действия. Смотрите замечания в конце раздела.
- Для версии "Tiny" необходимо установить драйвер для работы в DFU-режиме. Подробнее установка драйвера описана в конце раздела.

Можно настроить систему для проверки обновлений автоматически. Она выполняется раз в сутки при запуске приложения.

Если автоматическое обновление завершилось ошибкой уже после скачивания прошивки с сервера (к примеру, при обновлении прошивки через Bluetooth-соединение под Mac OS, могут возникнуть проблемы с восстановлением соединения), вы можете попробовать обновить прошивку в ручном режиме. Вы можете найти последнюю скачанную прошивку в папке 'SimpleBGC_GUI/firmware'.

Ручное обновление

Эта возможность нужна для восстановления прошивки после сбоя автоматического обновления, если вы не можете подключиться к GUI. Для загрузки прошивки в ручном режиме, выполните последовательность действий:

1. Отключите питание и USB кабель
2. Замкните перемычку FLASH на плате
3. Подключите плату USB кабелем к компьютеру
4. Запустите GUI, перейдите во вкладку «Обновление» - «Ручное». Выберите COM-порт где определяется плата, **НО НЕ НАЖИМАЙТЕ КНОПКУ «ПОДКЛЮЧИТЬ»**
5. Выберите файл с прошивкой для загрузки (расширение *.hex или *.bin).
6. Выберите версию платы:
 - **v.3.x (32bit) through Virtual COM Port** для обычной платы 32 бит
 - **v.3.x (32bit) through USB in DFU mode** для платы версии "Tiny," подключенной по USB
7. Нажмите кнопку «**ЗАПИСЬ**» и дождитесь окончания прошивки.
8. Снимите перемычку FLASH на плате и отключите питание для перезагрузки контроллера.

Если плата нормально подключается к GUI, последовательность ручной загрузки прошивки упрощается:

1. Подключите плату USB кабелем к компьютеру
2. Подключитесь из GUI, перейдите во вкладку «Обновление» и выберите файл с прошивкой для загрузки.

13. Обновление прошивки

3. Нажмите кнопку «**ЗАПИСЬ**» и дождитесь окончания прошивки.

Обновление под Mac OS или Linux

Начиная с версии 2.42b7, стало возможно обновить прошивку под практически любой операционной системой, благодаря использованию open-source утилиты **stm32ld** (<https://github.com/jsnyder/stm32ld>).

На заметку: если поставляемая с GUI версия stm32ld под вашей ОС не запускается (выдается ошибка запуска), вы можете скомпилировать ее из исходников, которые находятся в папке 'SimpleBGC_GUI/bin/stm32ld-src'.

Поместите получившийся бинарный файл в папку 'SimpleBGC_GUI/bin' и переименовав в 'stm32ld_mac' для Mac OS, 'stm32ld_linux' для семейства Linux, и 'stm32ld' для всех остальных.

Установка драйвера DFU-устройства

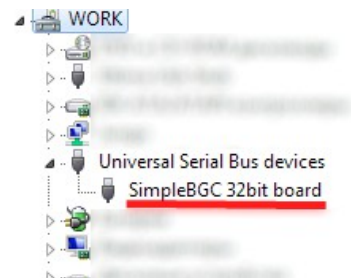
Этот драйвер требуется только для версии платы "SimpleBGC Tiny" для нормальной работы утилиты прошивки **dfu-util** (<http://dfu-util.gnumonks.org/>).

Windows:

1. Скачать **Zadig** по ссылке <http://zadig.akeo.ie/> ([пример](#))
2. Запустить zadig. В меню Device выбрать "Load preset device.." ([пример](#))
3. Выбрать файл "SimpleBGC_GUI/conf/SimpleBGC 32bit board.cfg"
4. Установить драйвер **WinUSB** ([пример](#))

Проверка правильной установки:

1. Замкнуть переключку "FLASH" и подключить плату по USB (именно в этом порядке!)
2. Windows найдет новое устройство "SimpleBGC 32bit board"
3. Теперь можно снять переключку, пере-подключить USB и запустить GUI для обновления прошивки.



Linux:

Most Linux distributions ship dfu-util in binary packages for those who do not want to compile dfu-util from source. On Debian, Ubuntu, Fedora and Gentoo you can install it through the normal software package tools. For other distributions (namely OpenSuSe, Mandriva, and CentOS) Holger Freyther was kind enough to provide binary packages through the Open Build Service.

- Copy dfu-util to "SimpleBGC_GUI/bin/dfu-util-linux" to let GUI to find and execute it

MAC OS:

Mac OS X users can also get dfu-util from Homebrew with "brew install dfu-util" or from MacPorts.

- Install macports from <http://www.macports.org/install.php>
- Find and install **dfu-util** from there
- Copy dfu-util to "SimpleBGC_GUI/bin/dfu-util-mac" to let GUI to find and execute it

Возможные проблемы при обновлении

Вопрос: Процесс записи прошивки был прерван, и плата больше не работает и не подключается к GUI. Что делать?

Вопрос: Я по ошибке залил не ту прошивку (от другой платы, не тот файл, и т.д.). Симптомы те же.

13. Обновление прошивки

Решение: Ничего страшного, испортить плату таким способом невозможно в принципе. Нужно записать специальную «восстановительную» прошивку, которая расположена в директории *SimpleBGC_GUI/firmware/simplebgc_recovery_32bit.hex*. Заливать ее нужно в ручном режиме, как описано выше. После этого, можно будет обновить прошивку на нормальную во вкладке автоматического обновления.

Вопрос: Я видел, что у кого-то есть более поздняя версия прошивки. Но при проверке обновлений я ее не вижу. Почему?

Ответ: Это нормально. Могут быть разные версии аппаратной части, для которых подходят не все выпускаемые версии прошивки. Кроме того, есть бета-версии прошивки, доступные только бета-тестерам. При обновлении вы будете получать только стабильные версии, выпущенные для вашей платы.

Вопрос: Можно ли обновить прошивку на Make или Линуксе?

Ответ: Начиная с версии GUI 2.42b7 это возможно, смотрите замечания выше.

Вопрос: У моей платы нет USB разъема, но есть встроенный Bluetooth. Могу ли я обновить прошивку?

Ответ: Да, прошивка обновляется точно также, как и по USB. Встроенный модуль уже имеет необходимые настройки.

Вопрос: Я подключил внешний Bluetooth-модуль и он замечательно работает с GUI. Можно ли через него обновить прошивку?

Ответ: можно, только если он правильно настроен: скорость=115200, четность=Even, стоп-биты=1 (такая настройка обозначается как 8E1). Обратитесь к инструкции на свой модуль, чтобы узнать как поменять его настройки.

Вопрос: Обязательно ли отключать основное питание от платы для обновления прошивки?

Ответ: нет, не обязательно.

Вопрос: После обновления прошивки я не могу подключиться к GUI – выдается ошибка о несоответствии версий. Почему?

Ответ: Важно, чтобы GUI был совместим с загруженной в микроконтроллер прошивкой. В информации о прошивке обычно указана ссылка на GUI, который совместим с ней. Также можно найти нужную версию GUI на нашем сайте www.basecamelectronics.com в разделе Downloads (и в его русской версии).

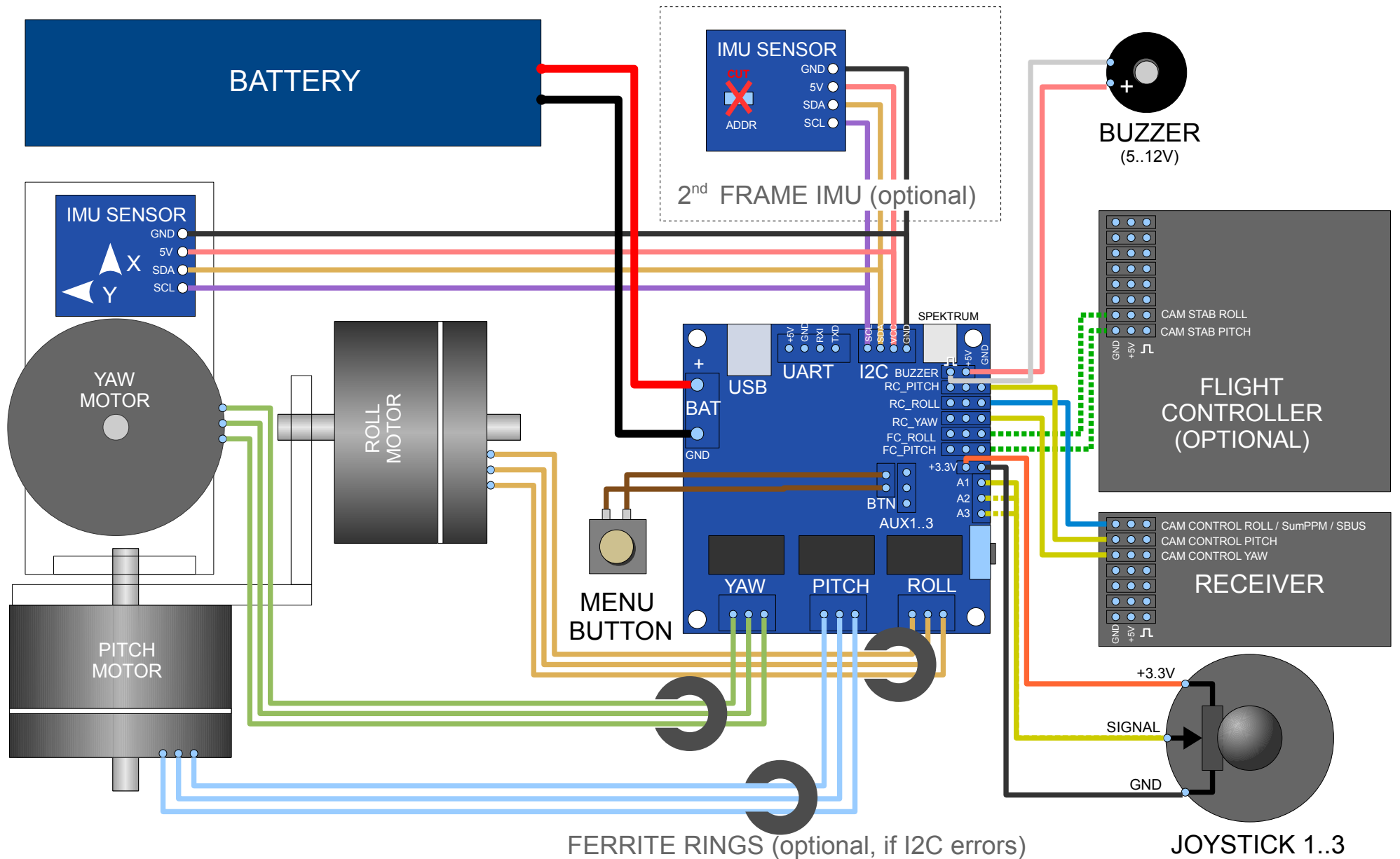
Вопрос: При обновлении я получаю ошибку «CreateProcess error=14001»

Решение: На компьютере отсутствует необходимая библиотека. Требуется установить Microsoft Visual C++ 2008 x86 redistributable по этой ссылке: <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=5582>.

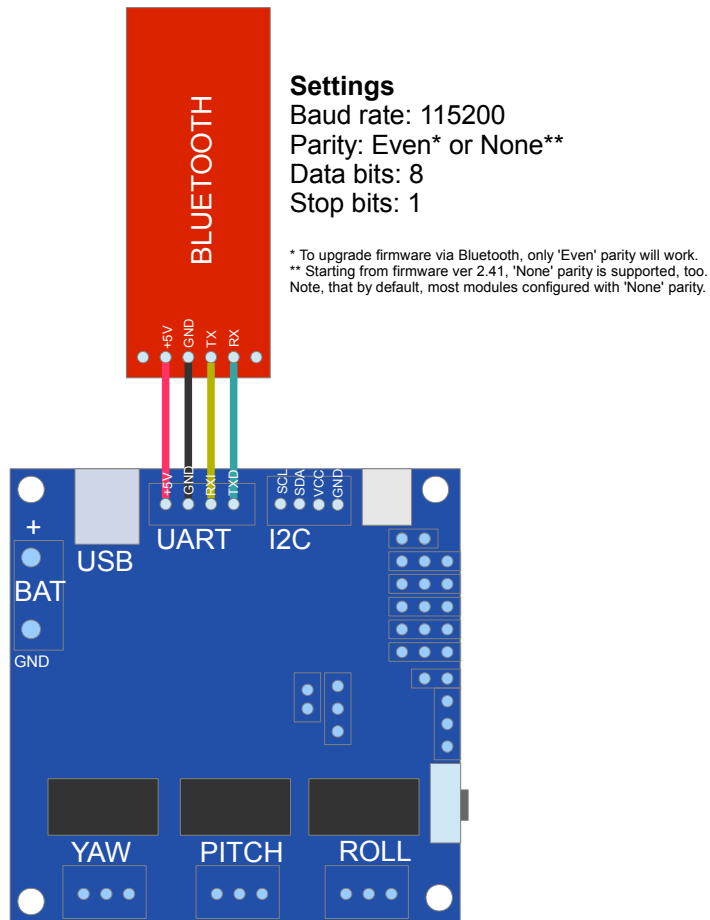
14. Возможные проблемы

Проявление проблемы	Возможные причины	Способ устранения
Не крутятся моторы	- Не подключено питание - Перепутана полярность - параметр МОЩНОСТЬ=0	- Проверьте все соединения - Установите МОЩНОСТЬ в диапазоне 50..200
- Камера пытается выровняться, но опрокидывается обратно - Стабилизация работает нормально, но срывается на определенном угле наклона	- Камера не отбалансирована - В моторе в намотке допущена ошибка или оборвана/замкнута одна фаза - МОЩНОСТЬ выставлена недостаточно высокой	- Отбалансируйте систему по всем осям (см. выше) - Проверьте намотку, сняв мотор (см. выше) - Повысьте значение параметра «МОЩНОСТЬ»
При быстром вращении по YAW камера отклоняется по ROLL или PITCH и медленно возвращается в горизонт.	- Плохо откалиброван акселерометр - Сенсор расположен не параллельно осям моторов	- Откалибруйте акселерометр по 6 точкам - Установите сенсор согласно рекомендациям
При полете из стороны в сторону с ускорением, горизонт слегка наклоняется и потом возвращается обратно	- Это нормальное влияние ускорений на акселерометр	- Попробуйте увеличить параметр «Доверие гироскопу» на вкладке «Дополнительно»
Стрелка по оси YAW медленно вращается с течением времени	- Очень медленный дрейф (не больше градуса в минуту) - это нормально, т. к. сказывается дрейф гироскопов.	Обратите внимание на неподвижность сенсора при включении питания и калибровке гироскопов.
При работе слышен хруст или щелчки	- Ошибки на шине I2C. Подключите GUI и проверьте строку «Ошибки I2C». Ошибки возможны, если провода до сенсора слишком длинные, или ШИМ выходов на моторы создает наводки на сигнал сенсора.	- Уменьшите номинал резисторов подтяжки на плате сенсоров (обратитесь к производителю платы за консультацией) - Поставьте ВЧ-фильтр на выходы на моторы и/или на шину I2C (пропустите кабели в 2-3 витка через ферритовое кольцо)
Появляется мелкая дрожь	- Самовозбуждение обратной связи при высоком параметре D	- Определите по графикам, на какой оси эта проблема, и уменьшите параметр D
Появляются осцилляции	Самовозбуждение обратной связи при низком параметре D или высоком P	Уменьшите P, увеличьте D
GUI не может подключиться к плате	- Выбран неправильный COM-порт - Не совпадает версия GUI и прошивки - В плату залита некорректная прошивка	- Попробуйте разные COM-порты - Залейте самую свежую прошивку и скачайте соответствующий ей GUI с сайта - подробнее в разделе «Обновление прошивки»
Не крутятся моторы	- Не подключено питание - Перепутана полярность - параметр МОЩНОСТЬ=0	- Проверьте все соединения - Установите МОЩНОСТЬ в диапазоне 50..200

SimpleBGC 3.0 (32bit) connection diagram



SimpleBGC 3.0 (32bit) bluetooth connection



SimpleBGC 32bit RC signal routing diagram

firmware ver. 2.43

