

Шмелёк



Инструкция к
обучающему
набору

Авторы: К. Д. Иванова, А. Д. Новоселов

2025 г.

Шмелёк



Оглавление

Техника безопасности при работе с БПЛА.....	5
Что такое БПЛА?.....	8
Полёт и основные физические понятия.....	12
Корпус и 3D модели.....	16
Общая схема подключения.....	18
Датчик положения.....	20
Аккумулятор.....	25
Транзистор и резистор.....	30
Моторы.....	34
Пропеллеры.....	37
ESP32 D1 mini.....	40
Базовые функции для самостоятельного программирования.....	43
Подключение к телефону.....	54
Полёт.....	56
Задания для БПЛА.....	58
Уход за БПЛА.....	62

Техника безопасности при работе с БПЛА

Приветствуем вас уважаемые пользователи и обладатели нашего обучающего набора по сборке БПЛА. При работе с дроном, особенно на территории РФ необходимо соблюдать некую технику безопасности, чтобы не покалечить себя, окружающий и ничего вокруг.

В первую очередь важно сказать, что на территории РФ имеются особые условия обращение с БПЛА. (За нарушение правил использования воздушного пространства предусмотрена административная ответственность, которая описана в статье 11.4 КоАП РФ.) Вот основные из них:

- Регистрация беспилотника. Минимальная масса БПЛА для постановки на учёт — 150 граммов. Зарегистрировать беспилотник можно, например, через сайт «Госуслуг» или портал учёта беспилотных воздушных судов. Также можно направить необходимые для регистрации документы (заявление и фото БПЛА) в Росавиацию заказным письмом или курьером.

- Получение разрешения на полёт. Для этого нужно подать сообщение о плане полёта в региональный, зональный или районный центр Единой системы организации воздушного движения РФ (ЕС ОрВД). Если полёт планируется над населённым пунктом, необходимо получить разрешение органа местного самоуправления. Если полёт происходит в Москве, Санкт-Петербурге или Севастополе — понадобятся разрешения органов исполнительной власти этих городов.

- Соблюдение правил выполнения авиационных работ. Например, проведение фото-, видео-, киносъёмки и других способов дистанционного зондирования земли с помощью БПЛА относится к авиационным работам. Физические или юридические лица, выполняющие их, должны иметь сертификат эксплуатанта.

- Назначение командира воздушного судна. Использование БПЛА возможно только при наличии внешнего пилота, который контролирует полёт и работу беспилотника.

Мы рекомендуем запускать дрон исключительно в специально отведенных для этого местах, таких как разрешенные для

полетов открытые пространства или специально оборудованные для полетов помещения. Так же важно сказать про общие правила пользования при работе с БПЛА:

- I. Все детали и составляющие запрещено засовывать в рот, уши, нос и тд.
- II. Прежде чем начать использовать какую-либо составляющую из набора, необходимо внимательно изучить инструкцию.
- III. Детали необходимо использовать только по назначению.
- IV. Все детали необходимо хранить в предназначенном для этого месте.
- V. Необходимо содержать составляющие и рабочее место в чистоте.
- VI. Необходимо быть внимательным и не отвлекаться на посторонние дела.
- VII. Перед запуском убедитесь в том, что все правильно подключено, а также наличие повреждений.
- VIII. Запрещено запускать дрон вблизи людей, животных, зданий, транспортных средств, высоковольтных линий, аэропортов.
- IX. Во время полета необходимо тщательно следить за летательным аппаратом и запрещается оставлять его без присмотра.

Что такое БПЛА?

И так, начнем с самой важной и основной темы нашего набора, а именно, что же все так и такое БПЛА?

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА, БЛА) — воздушное судно без экипажа на борту. Проще говоря, это летающая машина, которой управляют дистанционно, без пилота внутри. Это может быть маленький квадрокоптер, большой самолет-разведчик или что-то среднее.

А где же применяют такие летательные аппараты?

- В военной области БПЛА используются для разведки, наблюдения, обнаружения целей и выполнения боевых задач без участия пилота.
- В гражданской сфере БПЛА используются для различных задач, таких как контроль над границами, поиск пропавших людей, аэрофотосъемка и даже доставка товаров.
- В научной сфере БПЛА используются для сбора данных и исследований в области

геологии, экологии, метеорологии и многих других областях.

Так же мы можем разделить БПЛА на различные виды и классификации. Приведем пару примеров:

По типу конструкции

Многороторные: Наиболее распространенный тип, использующий несколько роторов (обычно 4, 6 или 8) для подъема и управления. К ним относятся квадрокоптеры (4 ротора), гексакоптеры (6 роторов) и октокоптеры (8 роторов). Отличаются высокой маневренностью и способностью зависать в воздухе.

Самолеты: БПЛА с фиксированными крыльями, похожие на обычные самолеты. Они более эффективны для полетов на большие расстояния и скорости, но требуют взлетно-посадочной полосы.

Вертолеты: Используют один или несколько вращающихся роторов для подъема и управления. Обладают высокой маневренностью и способностью зависать в воздухе, похожи на многороторные, но обычно крупнее и сложнее.

Гибридные: Сочетают в себе элементы различных типов, например, самолет с вертикальным взлетом и посадкой (VTOL).

По типу степени автономности

Полностью автономные: Выполняют миссию без вмешательства человека.

Полуавтономные: Оператор задает параметры полета, а БПЛА самостоятельно выполняет маневры.

Управляемые вручную: БПЛА полностью контролируется оператором в режиме реального времени.

По наличию полезной нагрузки

С камерой: Наиболее распространенный тип, используемый для фото- и видеосъемки.

С тепловизором: Используется для обнаружения тепловых источников, например, людей или животных в темноте.

С лидаром: Используется для создания трехмерных карт местности.

С датчиками газа: Используется для мониторинга качества воздуха.

С датчиками мультиспектрального изображения: Для анализа состояния растительности и других объектов.

С распылителями: Для точного внесения удобрений или пестицидов в сельском хозяйстве.

С манипуляторами: Для выполнения различных задач, например, захвата и перемещения объектов.

И другие различные классификации.

Полёт и основные физические понятия

И так, для начала нам стоит рассмотреть основные физические понятия при полете дронов. Какие же силы действуют на беспилотник?

- Сила тяжести – это сила, с которой Земля притягивает к себе все тела.
- Сила сопротивления воздуха – это сила, действующая против движения квадрокоптера в воздухе.
- Сила тяги – это сила, это сила, прикладываемая к телу для поддержания его в постоянном движении.
- Подъёмная сила – это сила, которая действует на тело, движущееся в потоке жидкости или газа.

С основными силами мы разобрались, но что же такое аэродинамика и почему дрон вообще летает?

Аэродинамика — это раздел физики, изучающий движение воздуха и его взаимодействие с телами, находящимися в этом потоке.

Полёт

I. Допустим, что дрон – это маленький вертолёт, у которого есть пропеллеры, которые очень быстро вращаются.

II. Когда пропеллеры вращаются, они как бы «толкают» воздух вниз, тоже самое если бы мы махали руками вниз.

III. Пока пропеллеры толкают воздух вниз, он в свою очередь, толкает дрон вверх. (Важно сказать о том, что для того чтобы беспилотник взлетел нужно, чтобы сила, которая «толкает» его (подъёмная сила) была больше чем та сила, которая «тянет» его вниз (сила тяжести))

IV. Также дрон может лететь не только вверх и вниз, а в стороны. Для того чтобы, пропеллеры с нужной стороны крутились быстрее. К примеру, чтобы полететь вперед, дрону необходимо крутить пропеллеры спереди быстрее остальных.

V. Как же заставить пропеллеры крутиться быстрее? Для этого существует пульт управления (в нашем случае им будет выступать смартфон или планшет). Вы нажимаете кнопки, а беспилотнику поступают сигналы о том какие пропеллеры крутить быстрее, от чего он и будет двигаться в нужную нам сторону.

Если мы будем рассматривать шмеля, то он – абсолютно удивительное существо, ведь шмель не должен летать из-за соотношения размеров его крыльев и тела. Согласно классическим законам аэродинамики, маленькие крылья не могли бы создать достаточную подъёмную силу для такого крупного тела. Однако исследования последних десятилетий показали, что шмель использует нестандартные механизмы для создания подъёмной силы. Но почему же он все так и летает?



- Частота взмахов крыльев: шмель машет крыльями с очень высокой частотой — около 200–250 раз в секунду. Это создает

быстро меняющиеся потоки воздуха, необходимые для полета.

- Особая форма крыльев: крылья шмеля не просто плоские, они имеют сложную изогнутую форму, которая позволяет создавать подъёмную силу и вихревые потоки.

- Уникальные движения крыльями: шмель не просто машет крыльями вверх-вниз, он также вращает их и совершает движения вперёд-назад. Эти сложные движения создают мощные завихрения, которые помогают ему удерживаться в воздухе.

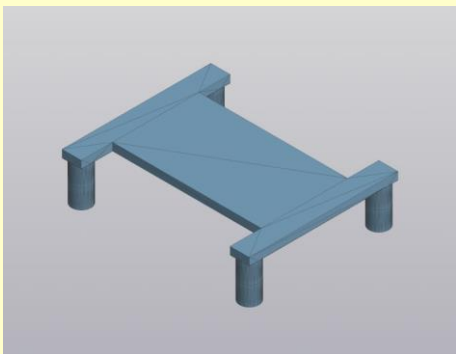
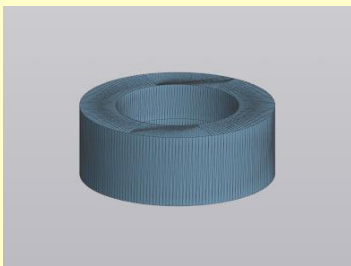
- Вихревые потоки: Ключевым фактором является образование вихревых потоков. Шмель создает вихри над крыльями, которые помогают ему удерживаться в воздухе, подобно тому, как крыло самолета создает подъёмную силу.

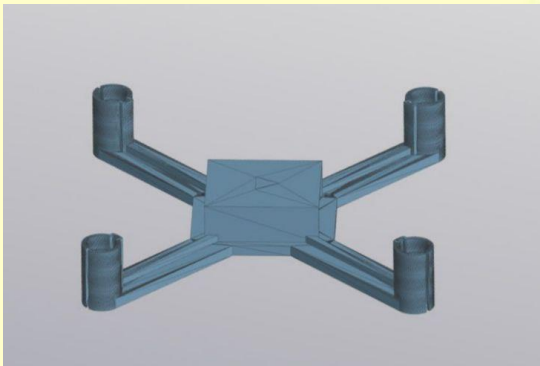
- Непрерывная работа мышц: чтобы поддерживать такое быстрое и сложное движение крыльев, мышцы шмеля работают непрерывно и с большой силой.

Корпус и 3D модели

В наборе представлены уже готовые 3D модели корпусов и составляющих дрона.

Сам корпус предназначен для того чтобы собрать все детали воедино, а также защитить их от повреждений и ударов.





На задней части обложки вы можете
найти QR-код для просмотра 3D моделей.

Общая схема подключения

Пин — это вывод на плате, который имеет определённое назначение.

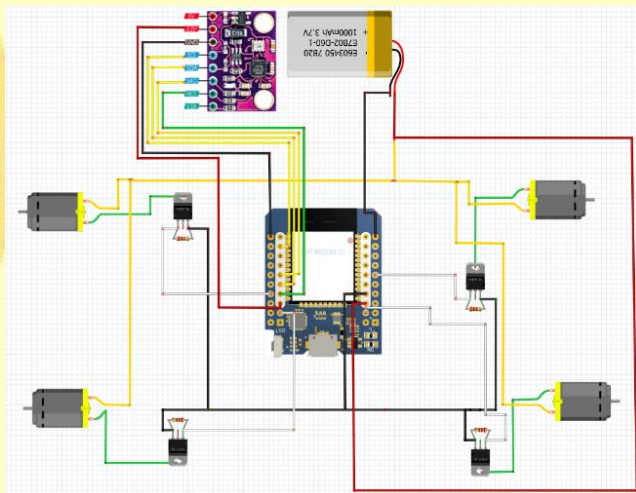
Основные условные обозначения:

- VCC на схеме – это обозначение положительного напряжения питания. Проще говоря, VCC – это источник питания для электронной схемы.

- GND на схеме – это аббревиатура, которая обозначает общий провод (заземление). GRD – это “земля”, или “общий минус” для электронной схемы. Это как обратный провод, который замыкает электрическую цепь и позволяет току течь от источника питания обратно.

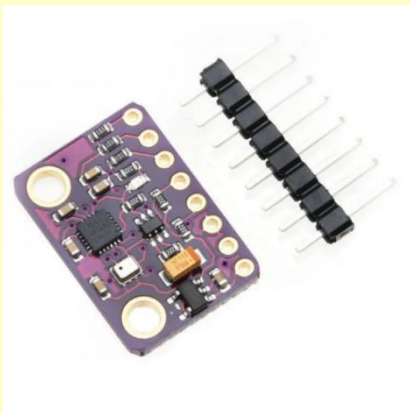
- I2C на схеме – это последовательная асимметричная шина для связи между интегральными схемами внутри электронных приборов. Говоря простым языком, I2C – это как общий телефонный провод, к которому подключено много аппаратов. Звонок идет только одному, кто вам нужен, зная его “номер”. Говорят, все по очереди, чтобы не перебивать друг друга.

- SCL на схеме – это линия синхронизации (тактовый сигнал I2C). Это как “метроном”, который задаёт темп обмена данными.
- SDA на схеме – это последовательная линия данных в шине I2C. Провод для самих данных (сообщений).



Датчик положения

Мы будем использовать Датчик положения GY-91.



GY-91 — это модуль, объединяющий в себе несколько датчиков:

MPU-9250: 9-осевой инерциальный измерительный блок (IMU) от InvenSense. Этот чип объединяет в себе:

- 3-осевой гироскоп¹: измеряет угловую скорость (вращение) по трем осям (X, Y, Z).

- 3-осевой акселерометр²: измеряет линейное ускорение по трем осям (X, Y, Z), включая гравитацию.

- 3-осевой магнитометр³: измеряет магнитное поле, что может использоваться для определения направления (север).

BMP280: Датчик давления от Bosch. Он измеряет атмосферное давление и температуру и может использоваться для определения высоты.

Гироскоп¹ – это датчик, который определяет, как сильно и в какую сторону наклонён какой-либо предмет в пространстве.

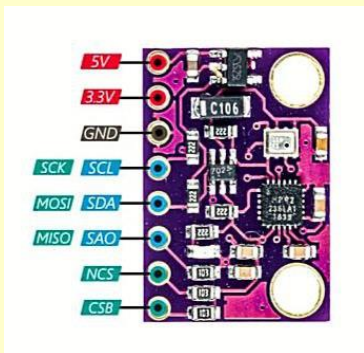
Акселерометр² – это прибор для измерения ускорения, который работает как датчик изменения положения устройства в пространстве.

Магнитометр³ – это прибор для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств объектов и материалов.

Подключение

I. Выключите дрон: перед подключением убедитесь, что дрон полностью выключен.

II. Подготовьте провода: используйте гибкие провода и контакты, чтобы обеспечить надежное соединение.



Пин GY-91

VCC/3V3

GND

SCL

SDA (*MOSI*)

SAO/AD0 (*MISO*)

NCS

Пин ESP32

3V3

GND

IO18

IO23

IO19

IO5

III. Подключите VCC и GND: соедините провода от контактов VCC и GND на GY-91 с соответствующими контактами на контроллере дрона.

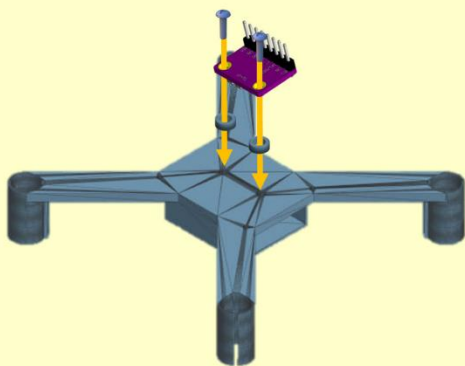
IV. Подключите SCL и SDA: соедините провода от контактов SCL и SDA на GY-91 с соответствующими контактами I2C на контроллере дрона.

V. Подключите AD0: если необходимо выбрать адрес, подключите вывод AD0 в соответствующий пин.

VI. Подключите NCS: если необходимо выбрать адрес, подключите вывод NCS в соответствующий пин.

VII. Проверка соединения: после подключения проводов убедитесь, что все соединения надежны, а провода не перекручены и не находятся под напряжением.

VIII. Закрепите GY-91: аккуратно закрепите модуль GY-91 на дроне, чтобы он не смещался во время полета. Убедитесь, что датчик расположен ровно и не подвергается сильной вибрации.



Аккумулятор

Аккумулятор – это устройство, которое накапливает и сохраняет электрическую энергию с целью последующего её использования.

Мы используем Аккумулятор для квадрокоптеров SYMA 3,7 В, 800 мАч



Основной принцип работы аккумулятора заключается в том, что химическая энергия преобразуется в электрическую энергию, которая затем может быть использована для питания различных устройств и аппаратов. Когда аккумулятор заряжается, электролит¹

поглощает электроны² с положительного электрода³ и передает их отрицательному электроду, создавая электрический ток.

Электролит¹ — вещество, расплав или раствор которого проводит электрический ток.

Электрон² — мельчайшая частица, способная обладать зарядом.

Электрод³ — это проводник в виде пластинки, сетки, стержня, шара, через который электрический ток проходит в жидкость или газ.

3,7В (Вольт): это напряжение, которое аккумулятор выдает при нормальной работе. Литий-полимерные аккумуляторы имеют номинальное напряжение 3,7В на ячейку.

800 мАч (миллиампер-час): это емкость аккумулятора. Чем больше мАч, тем дольше квадрокоптер сможет летать. 800 мАч означает, что аккумулятор может отдавать 800 миллиампер тока в течение часа или 400 мА в течение двух часов и т. д. до полной разрядки.

Так же мы будем использовать переходник для того чтобы мотор можно было отключить или подключить в любой момент.



Подключение

I. Подготовка к подключению:

- Перед подключением аккумулятора убедитесь, что квадрокоптер полностью выключен. Это делается с помощью переключателя питания или извлечением разъема аккумулятора.
- Проверьте аккумулятор на наличие повреждений, вздутий, утечек, трещин или деформированных проводов и разъемов. Не используйте аккумулятор, если он поврежден.
- Проверьте разъем аккумулятора на чистоту и отсутствие дефектов.

- Осмотрите разъем на квадрокоптере, к которому будет подключаться аккумулятор. Убедитесь, что он чистый и не поврежден.

II. Порядок подключения аккумулятора:

- Подключите соответствующую часть переходника к дрону (красный провод подключаем к VCC, а черный к GRD на плате).

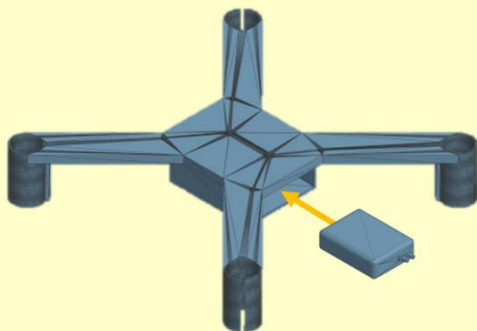
- Определяем полярность. На аккумуляторе и разъёме дрона вы увидите обозначения полярности: «+» (плюс) и «-» (минус). Плюсовой провод имеет красный цвет, а минусовой — чёрный. Убедитесь, что положительный контакт аккумулятора соединён с положительным контактом разъёма на дроне, а отрицательный — с отрицательным. Важно! Никогда не подключайте аккумулятор с неправильной полярностью. Это может привести к повреждению дрона или аккумулятора.

- Аккуратно вставьте разъем аккумулятора в разъем на дроне, соблюдая полярность. Убедитесь, что разъёмы плотно и надёжно соединены. Вы должны почувствовать или услышать лёгкий щелчок, когда они надёжно зафиксированы. Не

применяйте чрезмерную силу при соединении разъемов.

- После подключения разъемов аккуратно потяните за аккумулятор, чтобы убедиться, что он надежно закреплен в разъеме. Убедитесь, что провода не перекручены, не зажаты и не находятся под напряжением.

- После положите аккумулятор в специальный разъем и присоедините его.



Транзистор и резистор

Транзистор – это полупроводниковый прибор, который управляет напряжением¹ или протеканием тока в электронных сигналах, усиливает их и действует как переключатель.

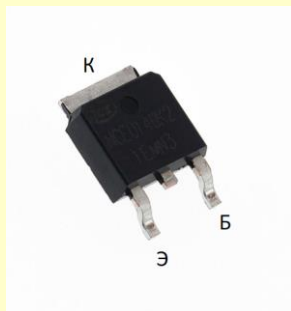
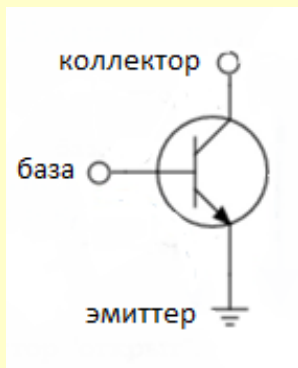
Напряжение¹ – это необходимое количество энергии для перемещения единичного заряда из одной точки в другую.

Мы используем транзистор 100N03A TO-252.

Как работает данный транзистор?

- Запертое состояние: когда на затворе нет напряжения (или напряжение ниже порогового), транзистор закрыт, и ток через канал не проходит.
- Открытое состояние: когда на затвор подается напряжение, превышающее пороговое, между стоком и истоком образуется проводящий канал, по которому может протекать ток. Чем больше напряжение на затворе, тем сильнее открывается канал и тем больший ток может через него протекать (до ограничения

- Регулирование тока: изменяя напряжение на затворе, можно плавно регулировать ток, протекающий через транзистор.



Коллектор — это место, куда отправляются носители заряда под воздействием электродвижущей силы.

Эмиттер — это источник свободных электронов.

База — это контакт, отвечающий за проводимость. Слой базы располагается между эмиттерным и коллекторным слоями и должен иметь большое электрическое сопротивление.

Резистор — это пассивный элемент в электрических цепях, который оказывает сопротивление току.



Подключение

I. Перед подключением убедитесь, что дрон полностью выключен.

II. Подключите «коллектор» каждого транзистора к GND на моторе.

III. Подключите «эмиттер» каждого транзистора к подходящему пину на плате esp32.

IV. Подключите «базу» транзисторов к GND на плате esp32.

V. Подключите резисторы к «эмиттерам» и «базам» транзисторов.

VI. Закрепите транзисторы на корпусе дрона.

транзистор	esp32
№1	TDI
№2	TD0
№3	TCK
№4	TMS

Моторы

Мотор – это машина, преобразующая любой вид энергии в механический.



Мы будем использовать Моторы для квадрокоптера Hubsan H107.

Подключение

- I. Убедитесь, что дрон выключен.
- II. Подключите синий/черный (минусовой, ground) к «коллектору» транзистора соответственно таблице.

транзистор	esp32	направление	провода
№1	TDI	против часовой (B)	черно-белый

№2	TD0	по часовой (A)	сине- красный
№3	TCK	по часовой (A)	сине- красный
№4	TMS	против часовой (B)	черно- белый

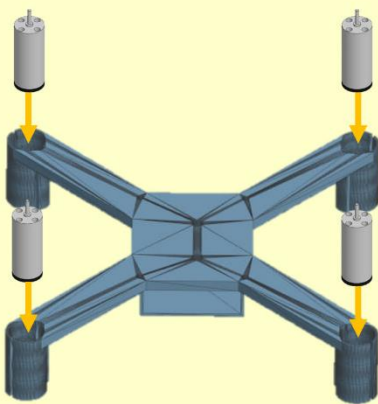
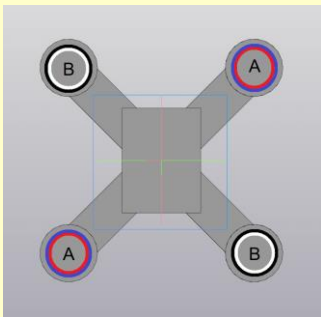
III. Подключите красный/белый (плюсовой, питание) к красному проводу (питание) на аккумуляторе.

IV. Повторите данные действия с каждым из моторов.

V. Установите моторы на раму дрона, надежно закрепив их с помощью винтов. Убедитесь, что моторы надежно закреплены.

Моторы работают попарно, 2 крутятся по часовой стрелке, 2 против часовой. Это распределение создаёт баланс и позволяет квадрокоптеру стабильно зависать и легко поворачиваться. В противном случае, дрон просто не смог бы взлететь.

Вот схема их расположения:



Пропеллеры

Пропеллер – это устройство в виде нескольких закреплённых на вращающейся оси лопастей для приведения в движение самолётов, судов и других транспортных средств



Основные функции пропеллера:

Создание тяги: пропеллеры вращаются, создавая разницу в давлении воздуха между верхней и нижней поверхностями лопасти, что генерирует тягу, направленную вверх (для подъёма) или в другом направлении.

Управление полетом: изменяя скорость вращения пропеллеров и угол наклона лопастей, можно управлять дроном по всем осям (тангаж, рыскание, крен).

Стабилизация: пропеллеры помогают стабилизировать полет дрона, противодействуя внешним воздействиям, таким как ветер.

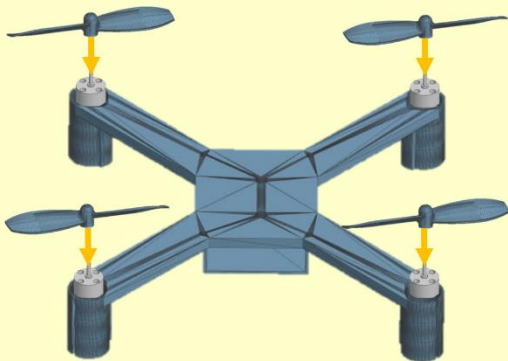
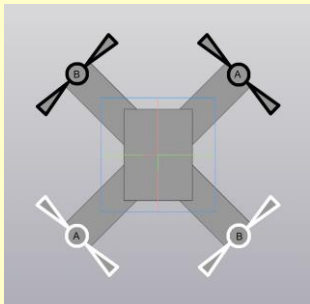
Установка пропеллеров

Правильное направление вращения: устанавливайте пропеллеры CW на моторы, вращающиеся по часовой стрелке, и пропеллеры CCW на моторы, вращающиеся против часовой стрелки.

Надежное крепление: убедитесь, что пропеллеры надежно закреплены на валах двигателей, но не перетягивайте крепежные винты.

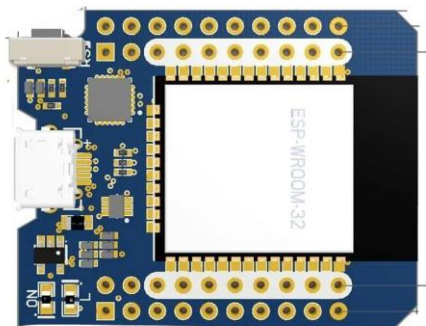
Балансировка: сбалансируйте пропеллеры, чтобы уменьшить вибрацию и повысить эффективность полета.

Вот схема расположения пропеллеров:



ESP32 D1 mini

ESP32 D1 mini – это плата разработчика, построенная на ESP32.



Как работать с ESP32 D1 mini?

I. Установка Arduino IDE: загрузите и установите Arduino IDE (или другую среду разработки, которую вы предпочитаете).

II. Установка поддержки ESP32: установите поддержку ESP32 в Arduino IDE (через «Менеджер плат»).

III. Выбор платы: В меню «Инструменты» выберите свою плату ESP32 D1 mini (или похожую, если нет точного соответствия).

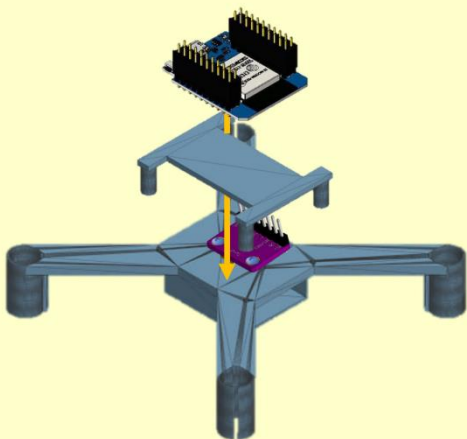
IV. Подключение к компьютеру: Подключите плату к компьютеру через USB.

V. Выбор порта: выберите правильный COM-порт, к которому подключена плата.

VI. Написание кода: напишите свой скетч/программу (или воспользуйтесь готовым, предложенным нами) в Arduino IDE.

VII. Загрузка программы: Загрузите скетч на плату.

На задней части обложки вы можете найти QR-код, для того чтобы получить готовый код, написанный нами.



Базовые функции для самостоятельного программирования

Основа:

// - однострочный комментарий.

/* */ - многострочный комментарий.

;- ставится в конце каждого действия.

`void setup() {}` - функция, содержимое которой выполняется **один раз** при запуске микроконтроллера.

`void loop() {}` - функция, содержимое которой выполняется (или пытается выполняться) "по кругу" на протяжении всего времени работы микроконтроллера.

`#include` - директива, позволяющая подключать в проект дополнительные файлы с кодом.

```
#include <Servo.h> // подключает библиотеку  
Servo.h
```

```
#include "Servo.h" // подключает библиотеку  
Servo.h
```

#define - директива, дающая команду препроцессору заменить указанное название на указанное значение.

```
#define MOTOR_PIN 10 // пин мотора 10
```

```
#define LED_PIN 3 // пин светодиода 3
```

return - оператор прерывания функции, он же оператор возврата значения из функции.

Операторы:

Арифметические

Арифметические операторы - самые простые и понятные из всех

- =
присваивание
- %
остаток от деления
- *
умножение
- /
деление

- +
сложение

- -
Вычитание

Сравнение и логика

- ==
равенство ($a == b$)

- !=
неравенство ($a != b$)

- >=
больше или равно

- <=
меньше или равно

- >
больше

- <
меньше

- !

логическое НЕ, отрицание. Аналог - оператор **not**

- `&&`
логическое И. Аналог - оператор **and**

- `||`
логическое ИЛИ. Аналог - оператор **or**

Составные

- `++`
(плюс плюс) инкремент: `a++`
равносильно `a = a + 1`

- `--`
(минус минус) декремент: `a --`
равносильно `a = a - 1`

- `+=`
составное сложение: `a += 10`
равносильно `a = a + 10`

- `-=`
составное вычитание: `a -= 10`
равносильно `a = a - 10`

- $\ast =$

составное умножение: $a \ast = 10$
равносильно $a = a \ast 10$

- $/ =$

составное деление: $a / = 10$ равносильно
 $a = a / 10$

- $\% =$

прибавить остаток от деления: $a \% = 10$
равносильно $a = a + a \% 10$

- $\& =$

составное битовое И: $a \& = b$
равносильно $a = a \& b$

- $\wedge =$

составное исключающее ИЛИ: $a \wedge = b$
равносильно $a = a \wedge b$

- $| =$

составное ИЛИ: $a | = b$ равносильно $a = a | b$

Условия:

#if, #elif, #else, - директивы препроцессору, позволяющие включать или исключать участки кода по условию. (**#if** - если, **#else** - то, **#elif** - объединение **if** и **else**).

```
#define TEST 1 // определяем TEST как 1
#if (TEST == 1) // если TEST 1
#define VALUE 10 // определить VALUE как 10
#elif (TEST == 0) // TEST 0
#define VALUE 20 // определить VALUE как 20
#else // если нет
#define VALUE 30 // определить VALUE как 30
```

#endif - конец ветки условной компиляции.

```
#define DEBUG 1
void setup() {
  #if (DEBUG == 1)
```



```
Serial.begin(9600);  
Serial.println("Hello!");  
#endif  
}
```

#ifdef, #ifndef - условные директивы препроцессору, позволяют включать или исключать участки кода по условию: **ifdef** - определено ли? **ifndef** - не определено ли?

```
#define TEST // определяем TEST  
#ifdef TEST // если TEST определено  
#define VALUE 10 // определить VALUE как 10  
#else // если закоммент. #define TEST  
#define VALUE 20 // определить VALUE как 20  
#endif // конец условия
```

Циклы:

for - цикл - "счётчик".

```
for (int i = 0; i < 10; i++) {
```

```
a = i; // а примет значения от 0 до 9 на каждой
итерации
Serial.println(a); // вывод в порт
}
// для одного действия {} не нужны
for (int i = 0; i < 10; i++)
Serial.println(i); // вывод в порт
```

while - цикл с предусловием.

```
while (a < b) {
// выполняется, пока a меньше b
}
```

Работа с данными:

int (int16_t) - используется с целыми числами.

float - используется с десятичными дробями.

Ввод-вывод

`pinMode(pin, mode)` - устанавливает режим работы пина `pin` на режим `mode`:

- `INPUT` - ВХОД
- `OUTPUT` - ВЫХОД
- `INPUT_PULLUP` - подтяжка к питанию

`digitalRead(pin)` - читает состояние пина `pin` и возвращает :

- 0 или `LOW` - на пине 0 Вольт (GND)
- 1 или `HIGH` - на пине 5 Вольт

`digitalWrite(pin, value)` - подаёт на пин `pin` сигнал `value`:

- 0 или `LOW` - 0 Вольт (GND)
- 1 или `HIGH` - 5 Вольт

Другое:

`Serial.begin(speed)` - запустить связь по `Serial` на скорости `speed` (baud rate, бит в секунду)

`Serial.end()` - прекратить связь по `Serial`.

`Serial.available()` - возвращает количество байт, хранящихся в буфере.

`Serial.write(val)`, `Serial.write(buf, len)` - отправляет в порт `val` численное значение или строку, или отправляет количество `len` байт из буфера `buf`.

`Serial.print(val)`, `Serial.print(val, format)` - отправляет в порт значение `val` - число или строку. В отличие от `write` выводит именно символы, т.е. отправив 3 вы получите 3: `Serial.print(3)`; выведет 3.

`Serial.println(val)`, `Serial.println(val, format)` - полный аналог `print()`, но автоматически переводит строку после вывода. Позволяет также вызываться без аргументов (с пустыми скобками) просто для перевода строки.

Serial.flush() - ожидает окончания передачи данных.

Serial.peek() - возвращает текущий байт с края буфера, не убирая его из буфера.

Serial.read() - читает и возвращает байт как код символа.

Подключение к телефону

Чтобы подключить наш дрон к телефону мы будем использовать приложение QGroundControl.



Что такое QGroundControl?

Мультиплатформенное

приложение: QGC доступно на разных платформах: Windows, macOS, Linux, Android и iOS.

Открытый исходный код: это означает, что вы можете свободно использовать, модифицировать и распространять его.

Поддержка протокола MAVLink: QGC использует протокол MAVLink для связи с дроном.

Широкий функционал: QGC обеспечивает множество функций:

- Настройка и калибровка дрона.
- Управление полетом (ручное, автоматическое).
- Мониторинг состояния дрона в режиме реального времени.
- Планирование миссий.

- Просмотр телеметрии и журналов полетов.
- Обновление прошивки.

Подключение

I. Установите QGroundControl: Загрузите и установите приложение QGC на свой компьютер или мобильное устройство с официального сайта:

<https://qgroundcontrol.com/>

II. Настройте радиосвязь: Подключите ваше устройство к точке доступа Wi-Fi, которая создастся на вашем дроне.

III. Запустите QGroundControl: Запустите установленное приложение QGC.

IV. Выберите канал связи: в настройках приложения QGC выберите правильный канал связи (Wi-Fi), через который подключен ваш дрон.

V. Подключитесь к дрону: если все настроено правильно, QGC должен автоматически обнаружить дрон и подключиться к нему. В верхней части экрана вы должны увидеть, что дрон подключен, и его данные (телеметрия) начнут отображаться.

Полёт

Для начала вам необходимо:

- Полностью зарядите аккумулятор квадрокоптера.
- Установите квадрокоптер на ровную поверхность.
- Включите квадрокоптер.
- Убедитесь, что есть устойчивая связь между квадрокоптером и вашим устройством (пультом управления).
- Убедитесь, что все индикаторы показывают нормальную работу.

Во время первого полета дрон может не взлететь, более того, он может перевернуться на месте или врезаться в стену. Чтобы минимизировать риск данных инцидентов требуется перепроверить подключение всех комплектующих, развесовку дрона, а также количество оборотов двигателей.

После полета:

- Выключите квадрокоптер.
- Закройте приложение.

- Отсоедините аккумулятор.
- Осмотрите квадрокоптер на предмет повреждений.
- Храните квадрокоптер в безопасном месте.

Задания для БПЛА

Задания первого уровня:

Цель: Освоение управления, понимание основных принципов полета.

I. Взлет и посадка:

- Задание: плавно взлететь на высоту 1 метра и плавно приземлиться в исходной точке.

- Критерии: Отсутствие резких движений, мягкая посадка.

II. Управление высотой:

- Задание: подняться на высоту 2 метра, удерживать высоту в течение 10 секунд, плавно снизиться до высоты 1 метра и снова удерживать в течение 10 секунд, затем плавно приземлиться.

- Критерии: Стабильное удержание высоты, плавные переходы.

III. Полет по квадрату:

- Задание: Пролететь по квадрату со стороной 2 метра, удерживая высоту 1 метр.

- Критерии: прямолинейность траектории, углы 90 градусов, постоянная высота.

IV. Зависание в точке:

- Задание: зависать в заданной точке (круг диаметром 50 см) на высоте 1 метр в течение 30 секунд.

- Критерии: Минимальное отклонение от заданной точки.

V. Полет вперед и назад:

- Задание: Пролететь 5 метров вперед, остановиться, пролететь 5 метров назад и приземлиться.

- Критерии: Прямолинейность траектории, плавные остановки.

VI. Поворот на месте:

- Задание: повернуться на 360 градусов на месте, удерживая высоту 1 метр.

- Критерии: Плавность поворота, удержание позиции.

Задания второго уровня:

Цель: Развитие навыков маневрирования, ориентации в пространстве.

I. Полет по кругу:

- Задание: Пролететь по кругу диаметром 3 метра, удерживая постоянную высоту.

- Критерии: Равномерная скорость, постоянная высота, плавная траектория.

II. Полет через ворота:

- Задание: Пролететь через два ворот (расстояние между воротами 3 метра, высота ворот 1,5 метра), удерживая высоту 1 метр.

- Критерии: Точное прохождение через ворота, удержание высоты.

III. Облёт препятствия:

- Задание: облететь препятствие (например, конус высотой 1 метр) на расстоянии 1 метра, удерживая высоту 1 метр.

- Критерии: Плавность облёта, соблюдение дистанции.

IV. Полет по траектории в виде «восьмерки»:

- Задание: Пролететь по траектории в виде «восьмерки», облетая два конуса, расположенных на расстоянии 3 метров друг от друга.

- Критерии: Плавность траектории, соблюдение высоты.

V. Полет змейкой:

- Задание: Пролететь змейкой между тремя конусами, расположенными на расстоянии 2 метров друг от друга.

- Критерии: Плавность траектории, соблюдение высоты.

VI. Посадка на площадку:

- Задание: плавно приземлиться на площадку размером 10x10 см.
 - Критерии: Точная посадка в центре площадки, мягкое касание.

Уход за БПЛА

И так, наш беспилотник собран, и теперь очень важно понимать, как правильно за ним ухаживать, чтобы он прослужил нам долгий срок.

Во-первых, дрону необходим регулярный осмотр и обслуживание. Перед каждым запуском необходимо осматривать детали и состояние на наличие трещин и неисправностей. Если вы обнаружили неисправность, то не в коем случае не запускайте дрон, ведь это может быть травмоопасно.

Если беспилотник испачкался, протрите его сухой и мягкой тканью.

Проверяйте заряд аккумуляторов и в случае необходимости аккуратно зарядите его. Не допускайте перегрева или переохлаждения аккумуляторов. Также после полёта отсоединяйте аккумуляторы.

Перед каждым полетом проверяйте работу всех функций, включая автовозврат, системы стабилизации и управления.

При транспортировке используйте специализированный кейс. Храните БПЛА в прохладном, сухом месте, защищенном от прямых солнечных лучей, пыли и влаги.

Благодарность

Благодарим вас за выбор нашего обучающего набора! Мы надеемся, что эта инструкция станет вашим надежным проводником в мире дронов. Мы постарались сделать ее максимально понятной и полезной, включив подробные объяснения и иллюстрации. Желаем увлекательной сборки и успешных полетов! Успехов в ваших технических начинаниях!

Собери свой квадрокоптер сам



12+