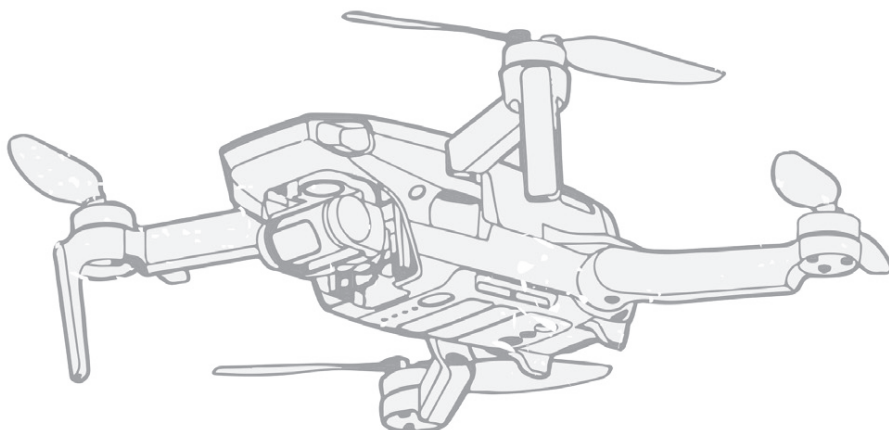


**Виды дронов. Устройство.
Сборка. Книга врага
ворожою мовою**

FPV-дроны широко используются как украинские, так и российские войска. Эти беспилотные летательные аппараты имеют многочисленные преимущества перед обычными квадрокоптерами, поэтому инженеры смогли адаптировать их для использования в качестве оружия. На фронте в Украине FPV-дроны становятся все популярнее.

Понятно, что такие беспилотники, оснащенные функцией под названием Вид от первого лица (FPV), становятся важным элементом военных действий. Малые размеры, высокая точность и применение широкой номенклатуры средств поражения делают FPV «дроны» эффективным средством поражения.



ВИДЫ ДРОНОВ УСТРОЙСТВО



СБОРКА

**КНИГА ВОРОГА
ВОРОЖОЮ МОВОЮ**

Издательский дом
«СВАРОГ»
Киев – 2024

УДК 623.76
В 42

Виды дронов. Устройство. Сборка. КНИГА ВОРОГА, ВОРОЖОЮ МОВОЮ. —
В 42 Киев: Изд. дом «СВАРОГ», 2024. — 106 с.

ISBN 978-611-01-3082-0

FPV-дроны широко используются как украинские, так и российские войска. Эти беспилотные летательные аппараты имеют многочисленные преимущества перед обычными квадрокоптерами, поэтому инженеры смогли адаптировать их для использования в качестве оружия.

На фронте в Украине FPV-дроны становятся все популярнее. Понятно, что такие беспилотники, оснащенные функцией под названием Вид от первого лица (FPV), становятся важным элементом военных действий.

Малые размеры, высокая точность и применение широкой номенклатуры средств поражения делают FPV «дроны» эффективным средством поражения.

УДК 623.76

ISBN 978-611-01-3082-0

СОДЕРЖАНИЕ

■ 1. FPV (FIRST PERSONAL VIEW)	4
■ 2. Классификация БПЛА	6
■ 3. Разновидности и материал РАМ.....	8
■ 4. Моторы, лопасти	12
■ 5. Регулятор оборотов	24
■ 6. Полетный контроллер	27
■ 7. Настройка В BETAFLIGHT	32
■ 8. Батарейки + Зарядная станция	48
■ 9. Техника безопасности с Батарейками.....	50
■ 10. Приемник управления + передатчик управления (пульт)	53
■ 11. Бинд + прошивки	59
■ 12. Видео передатчик + видео приемник (очки) + антенны	66
■ 13. Пайка (техника безопасности при пайке)	74
■ 14. РЭБ.....	78
■ 15. Техника безопасности: предполетная, в полете.....	86
■ 16. Картография.....	88
■ 17. Дополнительная информация	103

FPV (FIRST PERSON VIEW)

ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ

Беспилотный летательный аппарат, сокращенно БПЛА или «ДРОН» – воздушное судно, предназначенное для выполнения полета без физического присутствия пилота на борту.

Всё управление полётом и контроль за полётом осуществляются удалённо:

- соответствующей программой, заблаговременно «загруженной в память» на борту БПЛА;
- соответствующей программой с помощью специальной станции управления, находящейся вне воздушного судна;
- с помощью специальной станции (пульта) управления, находящейся вне воздушного судна.

ФПВ, FPV

FPV (First Person View) - сокращенное название системы управления полетами от «первого лица».

- **FPV в сфере дронов** - это трансляция видео в режиме реального времени с камеры дрона на монитор, очки или шлем пилота.
- Другими словами, эта технология позволяет видеть то, что «видит» дрон в момент полета.
- Для осуществления такого полёта на дрон устанавливается камера, видеопередатчик и антенна.
- Данная технология позволяет осуществлять приём с БПЛА видео изображения, передаваемого курсовой камерой.
- **Курсовая FPV камера** — это камера, которая расположена в носовой части дрона, она передает видео на видеопередатчик, а он на устройство приема видео — FPV-шлем, очки или LCD-дисплей.
- **Квадрокоптеры** – это наиболее распространённые и развитые конструкции летательных аппаратов, имеющие четыре двигателя. Главным недостатком летательных аппаратов данной группы является невысокая отказоустойчивость, в случае потери одного из двигателей квадрокоптер теряет равновесие и падает. При установке мощных двигателей можно переносить полезную нагрузку до 5 кг.

ОБЩАЯ СХЕМА КОНСТРУКЦИИ

Конструкции всех беспилотных летательных аппаратов похожи по своему построению и принципу работы, и состоят из нескольких компонентов.

РАМА

Основы, рама – это основа (корпус) всего беспилотника, на которую крепятся все остальные элементы.

ПОЛЁТНЫЙ КОНТРОЛЛЕР

Полётный контроллер представляет собой интегральную схему (*печатную плату*), на которой размещены датчики. На основе информации с датчиков контроллер регулирует скорости вращения двигателей, отвечает за координацию, стабилизацию и управление дроном.

• На основе информации от датчиков контроллер осуществляет регулирование скорости вращения двигателей, отвечает за координацию, стабилизацию и управление дроном.

Основные функции и задачи контроллера:

- сбор данных от датчиков;
- расчёт своего положения в пространстве;
- получение команд от внешних контроллеров с пульта управления;
- отправка сигналов управления на регуляторы оборотов (**ESC – electronic speed controller**);
- удержание дрона на заданной высоте;

Контроллер управляет скоростью вращения моторов, подавая ШИМ-импульсы на регуляторы оборотов. ШИМ (**PWM**) – широтно-импульсная модуляция. Это процесс управления мощностью методом пульсирующего включения и выключения потребителя энергии. Скорость вращения двигателей определяется длительностью ШИМ-импульсов, передаваемых с контроллера. Направление и ход полёта дрона **«в ручном»** режиме управления устанавливаются джойстиком (*стиком*) газа и вращением углов в трёх плоскостях: крен, тангаж, рыскание (*англ. – throttle, roll, pitch, yaw*).

ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ ОБЩАЯ СХЕМА КОНСТРУКЦИИ

АКСЕЛЕРОМЕТР

Акселерометр: Как следует из названия, акселерометры измеряют линейное ускорение по трем осям (назовём их: X, Y и Z). Обычно измеряется в «G». Стандартное (нормальное) значение, составляет $g = 9.80665 \text{ м/с}^2$. Для определения положения, выход акселерометра может быть интегрирован дважды, правда из-за потерь на выходе объект может быть подвержен дрейфу. Самой значимой характеристикой трёхосевых акселерометров является то, что они регистрируют гравитацию, и как таковые, могут знать, в каком направлении «спуск». Это играет главную роль в обеспечении стабильности многороторного БЛА. Акселерометр должен быть установлен на контроллере полёта так, чтобы линейные оси совпадали с основными осями беспилотника.

ГИРОСКОП

Гироскоп измеряет скорость изменения углов по трём угловым осям (назовём их: альфа, бета и гамма). Обычно измеряется в градусах в секунду. Обратите внимание, что гироскоп не измеряет абсолютные углы напрямую, но вы можете выполнить итерацию, чтобы получить угол, который, как и у акселерометра, способствует дрейфу. Выход реального гироскопа имеет тенденцию быть аналоговым или **I2C**, но в большинстве случаев вам не нужно беспокоиться об этом, так как все поступающие данные обрабатываются кодом контроллера полёта. Гироскоп должен быть установлен так, чтобы его оси вращения совпадали с осями БПЛА.

МАГНИТОМЕТР

Электронный магнитный компас способен определять магнитное поле Земли и использовать эти данные для определения направления компаса беспилотника (относительно северного магнитного полюса). Данный сенсор почти всегда имеется при наличии **GPS**-входа и доступности от одной до трёх осей.

ДАВЛЕНИЕ/БАРОМЕТР

Поскольку атмосферное давление изменяется при удалении от уровня моря сенсор давления можно использовать для получения достаточно точных показаний высоты БПЛА. Для расчёта максимально точной высоты большинство контроллеров полёта получают данные одновременно от сенсора давления и спутниковой системы навигации (**GPS**). При сборке обратите внимание - лучше, чтобы отверстие в корпусе барометра было закрыто куском поролона для уменьшения негативного влияния ветра на чип.

СИСТЕМА ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ (GPS)

Для определения своего конкретного географического положения с использованием сигналов, посылаемых несколькими спутниками, обращающимися по орбите вокруг Земли.

Контроллер полёта может иметь как встроенный **GPS-модуль**, так и подключаемый с помощью кабеля. Не следует путать **GPS-антенну** с **GPS-модулем**, которая может выглядеть и как маленький чёрный ящик, и как обычная **Duck-антенна**.

Для получения точных данных местоположения **GPS-модуль** должен принимать данные от нескольких спутников, и чем больше, тем лучше.

ДРУГИЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА

Система приёма-передачи радиоволн соответствующего диапазона, обычно: **2.4; 2.4 – 5.8 ГГц**;

Устройства, обеспечивающие полёт дрона:

- двигатели,
- пропеллеры,
- регулировка оборотов.

Аккумуляторные батареи

Современные электронные устройства используют два основных типа аккумуляторов:

- литий-ионный;
- литий-полимерный.

ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ КЛАССИФИКАЦИЯ БПЛА

КЛАССИФИКАЦИЯ БПЛА РОССИЙСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ БПЛА

<u>КАТЕГОРИЯ</u>	<u>ВЗЛЕТНАЯ МАССА /КГ/</u>	<u>ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ /КМ/</u>
МИКРО И МИНИ БПЛА	0–5	25–40
ЛЕГКИЕ БПЛА /малые/	5–50	10–70
ЛЕГКИЕ БПЛА /средние/	50–100	70–150 /250/
СРЕДНИЕ БПЛА	100–300	150–1000
СРЕДНИЕ БПЛА /тяжелые/	300–500	70–300
ТЯЖЕЛЫЕ БПЛА /средней радиус/	< 500	70–300
ТЯЖЕЛЫЕ БПЛА /дальний радиус/	< 1500	1500
БЕСПИЛОТНЫЕ САМОЛЕТЫ	< 500	1500

Российская классификация отличается от предложенной AUVSI по ряду параметров:

- Упразднены группы БПЛА,
- Некоторые классы зарубежной классификации отсутствуют в России,
- БПЛА, считающиеся легкими в России, имеют значительно большую дальность и т.д.

КЛАССИФИКАЦИЯ БПЛА ПО КОНСТРУКЦИИ

6 ОСНОВНЫХ ТИПОВ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) РАЗЛИЧАЮТСЯ ОСОБЕННОСТЯМИ КОНСТРУКЦИИ:

- **АЭРОСТАТИЧЕСКИЕ БПЛА**
- **РЕАКТИВНЫЕ БПЛА**
- **БПЛА САМОЛЕТНОГО ТИПА /с фиксированным крылом/**
- **БПЛА ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА /однороторные/**
- **МУЛЬТИКОПТЕРНЫЕ БПЛА /мультироторные/**
- **ГИБРИДНЫЕ БПЛА /конвертопланы/**

АЭРОСТАТИЧЕСКИЕ БПЛА

Аэростаты имеют оболочку, заполненную газом или нагретым воздухом, для создания подъемной силы (*силы Архимеда*). Используются для долгосрочного наблюдения, связи, метеорологии и других задач. В военной сфере применяются, в основном, для установки на них ретрансляторов, реже - аппаратуры наблюдения и разведки.

Преимущества:

- Продолжительность полета на протяжении нескольких дней или недель
- Большая грузоподъемность

Недостатки:

- Ограниченная маневренность и скорость
- Большая зависимость от погодных условий
- Большие размеры и масса

ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ КЛАССИФИКАЦИЯ БПЛА

РЕАКТИВНЫЕ БПЛА

Реактивные БПЛА (управляемые ракеты) передвигаются в пространстве за счёт действия реактивной тяги двигателей автономно или под внешним управлением. Используются, в основном, как средства поражения наземных и воздушных целей.

Преимущества:

- *Большая скорость, дальность и высота полета*
- *Независимость от погодных условий*

Недостатки:

- *Большие габариты и вес*
- *Высокая стоимость и сложность обслуживания*
- *Сложность управления*

БПЛА САМОЛЕТНОГО ТИПА

БПЛА с фиксированным крылом способны летать благодаря подъёмной силе, создаваемой аэродинамической формой крыла при движении вперёд с определённой скоростью, развитие которой достигается различными способами. Применяются для разведки, наблюдения, нанесения ударов по наземным и воздушным целям.

Преимущества:

- *Большая высота и продолжительность полета*
- *Простота в обслуживании и ремонте*
- *Дешевизна*

Недостатки:

- *Часто требования к стартовой площадке*
- *Сложность управления и посадки*
- *Зависимость от погодных условий*

БПЛА ВЕРТОПЕТНОГО ТИПА

Однороторные БПЛА, подъёмная сила и тяга для поступательного движения создается с помощью двух несущих винтов или пары несущего и рулевого. Из-за дороговизны и сложности в управлении используются только в качестве малогабаритных средств ближней разведки.

Преимущества:

- *Вертикальный взлет и посадка*
- *Высокая маневренность и малые габариты*
- *Возможность зависнуть на месте*

Недостатки:

- *Дороговизна*
- *Сложность обслуживания и ремонта*
- *Малая продолжительность полета*
- *Зависимость от погодных условий*

ГИБРИДНЫЕ БПЛА

Гибридный БПЛА – летательный аппарат с поворотными (или фиксированными) винтами, которые при взлете и посадке работают как подъемные, а при горизонтальном полете как тянущие, в полете подъемная сила обеспечивается фиксированным крылом. Сочетают преимущества БПЛА самолётного и мультироторного типа, что дает гибкость при выполнении различных задач.

Преимущества:

- *Вертикальный взлет и посадка, зависание*
- *Высокая скорость и маневренность*
- *Большие, чем у мультироторов, время полета и полезная нагрузка*

Недостатки:

- *Сложность обслуживания и ремонта*
- *Зависимость от погодных условий*
- *Дороговизна, сложность управления*

ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ РАЗНОВИДНОСТИ И МАТЕРИАЛ РАМ ФПВ

РАЗНОВИДНОСТИ РАМ

Основное назначение мультикоптеров – это фото и видеосъемка различных объектов, поэтому они, как правило, оснащаются управляемыми подвесами для камер. Мультикоптеры также используются в качестве устройств для оперативного мониторинга ситуации, проведения сельскохозяйственных работ (например, опрыскивание), для доставки грузов небольшого веса.

ТРИКОПТЕР

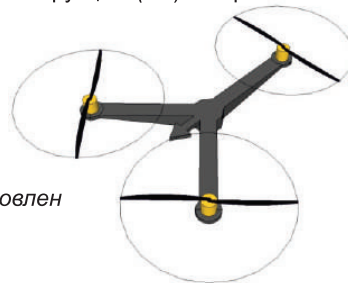
«Трикоптер» БПЛА, который имеет три луча, каждый из которых соединен с мотором. Передней частью трикоптера принято считать сторону стыка двух лучей (Y3). Угол между лучами может варьироваться, но, как правило он составляет **120°**. Чтобы противодействовать гироскопическому эффекту неравномерного числа роторов, а также для изменения угла поворота, задний двигатель должен иметь возможность вращаться (достигается установкой обычного RC серводвигателя). Чтобы исключить из сборки применение сервопривода, используют конструкцию (Y4) которая подразумевает соосную установку дополнительного мотора на заднем луче.

Преимущества:

- Необычный внешний вид дрона.
- Лучших лётных характеристик достигает при полёте в прямом направлении.
- Цена (для сборки требуется меньшее количество моторов и регуляторов ESC).

Недостатки:

- Требует применение сервопривода.
- Сложность исполнения заднего луча (поскольку сервопривод должен быть установлен вдоль оси).
- Не все полётные контроллеры поддерживают такую конфигурацию



КВАДРОКОПТЕР

«Квадрокоптер» дрон который имеет четыре луча, каждый из которых соединен с мотором. Для передней частью квадрокоптера принято считать сторону стыка двух лучей, для конфигурации передом может считаться продольный луч..

Преимущества:

- Самый распространённый мультироторный дизайн.
- Простейшая и универсальная конструкция.
- В стандартной конфигурации лучи/моторы симметричны относительно двух осей.
- Все доступные на рынке контроллеры полёта могут работать с такой мультироторной сборкой.

Недостатки:

- Отсутствие избыточности (если в системе происходит сбой, особенно в элементах силовой установки, беспилотник падает).



ГЕКСАКОПТЕР

«Гексакоптер» имеет шесть лучей, каждый из которых соединен с мотором. Передней частью гексакоптера принято считать сторону стыка двух лучей, но также передом может считаться и продольный луч.

Преимущества:

- При необходимости, конструкция гексакоптера позволяет легко добавить два дополнительных луча и мотора, что позволит увеличить суммарную тягу, в следствии чего дрон сможет поднять больше полезной нагрузки.
- В случае отказа одного из моторов, допускается вероятность, что дрон сможет осуществить мягкую посадку, а не разбиться.
- Модульная конструкция рамы.
- Почти все полётные контроллеры поддерживают эту конфигурацию.

Недостатки:

- Громоздкая и дорогостоящая конструкция.
- Дополнительные двигатели и детали увеличивают вес коптера, соответственно чтобы получить ту же продолжительность полёта, что и у квадрокоптера, необходимо устанавливать более ёмкие АКБ.



ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ РАЗНОВИДНОСТИ И МАТЕРИАЛ РАМ ФПВ

КОНСТРУКЦИЯ Y6

«Конструкция Y6» представляет собой тип гексакоптера у которого в основе не шесть лучей, а три, каждый из которых соединён с парой соосно установленных моторов (*итого 6 моторов*). При этом стоит обратить внимание, что нижние пропеллеры проецируют тягу вниз.

Преимущества:

- *Меньшее количество компонентов по сравнению с гексакоптером.*
- *Поднимает больше полезной нагрузки по сравнению квадрокоптером.*
- *При использовании винтов с встречным вращением исключается гироскопический эффект, как у Y3.*
- *В случае отказа одного из моторов, допускается вероятность, что дрон сможет осуществить мягкую посадку, а не разбиться.*

Недостатки:

- *Требует применение сервопривода.*
- *Сложность исполнения заднего луча (поскольку сервопривод должен быть установлен вдоль оси).*
- *Не все полётные контроллеры поддерживают такую конфигурацию*



ОКТОКОПТЕР

«Октокоптер» дрон который имеет восемь лучей, каждый из которых соединен с мотором. Передней частью оксакоптера принято считать сторону стыка двух лучей.

Преимущества:

- *Больше моторов = больше тяги, и соответственно повышенная избыточность, позволяющая дрону уверенно перемещаться с тяжёлыми и дорогостоящими DSLR камерами.*

Недостатки:

- *Больше моторов = более высокая цена и большой АКБ.*
- *Ввиду своей дороговизны актуален только для профессиональной сферы.*



КОНСТРУКЦИЯ X8

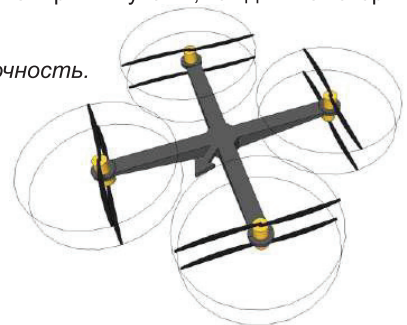
«Конструкция X8» по-прежнему является октокоптером, только не с восемью, а с четырьмя лучами, каждый из которых соединён с парой соосно установленных моторов (*итого 8 моторов*).

Преимущества:

- *Больше двигателей = больше тяги, и соответственно повышенная избыточность.*
- *Больше шансов мягко посадить дрон в случае отказа мотора.*

Недостатки:

- *Больше моторов = более высокая цена и большой АКБ.*
- *Ввиду своей дороговизны актуален только для профессиональной сферы деятельности.*



КВАДРОКОПТЕР

«Квадрокоптер» - самая распространенная схема построения мультикоптеров. Наличие четырех жестко зафиксированных роторов дает возможность организовать довольно простую схему организации движения. Существуют две таких схемы движения: схема «+» и схема «х». В первом случае один из роторов является передним, противоположный ему - задним, и два ротора являются боковыми. В схеме «х» передними являются одновременно два ротора, два других являются задними, а смещения в боковом направлении также реализуются одновременно парой соответствующих роторов Алгоритм управления частотами вращения винтов для схемы «+» несколько проще и понятнее, чем для схемы «х», однако последняя используется все же чаще из-за конструктивных преимуществ: при такой схеме проще разместить фюзеляж, который может иметь вытянутую форму, бортовая видеокамера имеет более свободный обзор.

ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ ТИПЫ РАМ КВАДРОКОПТЕРОВ

РАМА ТИПА «X» ИЛИ «TRUE-X»

Фюзеляж рамы делается коротким, в виде квадрата. Вся электроника собирается в центре, а лучи располагаются четко по углам квадрата. Рама получается одинакова по длине и ширине. Так как вес сосредоточен в центре и распределен равномерно, дрон становится более маневренным, но ограниченное место в центре делает сборку более сложной. Все компоненты приходится размещать слоями друг под другом, что не всегда удобно.



РАМА ТИПА УДЛИНЕННЫЙ «X»

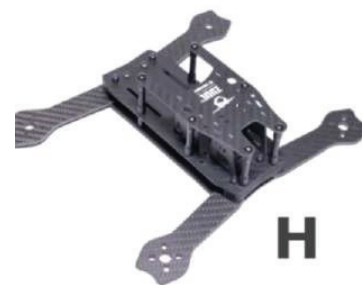


Удлиненная «X»-рама фюзеляжем похожа на раму типа «X», но отличается увеличенной длиной «тела» по сравнению с шириной. Еще одна особенность этой рамы заключается в смещении передних пропеллеров от задних. Это исключает турбулентные завихрения, что позволяет квадрокоптеру летать более стабильно.

Ввиду своей дороговизны актуален только для профессиональной сферы.

РАМА ТИПА «H»

Крепление лучей к фюзеляжу спереди и сзади делает раму похожей на букву «H». Центральная часть данной рамы более длинная, чем у рамы «X», что делает сборку и ремонт компонентов проще и удобнее. Камеру и аккумулятор в такой раме размещают на верхней пластине, распределяя все по одному направлению, что приводит к неравномерному распределению момента инерции, особенно по тангажу. То есть, наклоны вперед/назад будут тратить больше энергии, чем наклоны вправо/влево.



РАМА ТИПА «UNIBODY»



Такие рамы отличаются несъемными лучами – нижняя пластина фюзеляжа и лучи соединены в одну деталь. Делается это для того, чтобы упростить сборку и устранить вес деталей для крепления. Однако, минус подобной рамы в том, что если во время полета сломается один луч, то менять придется всю деталь. На это может уйти много времени.

РАМА ТИПА ГИБРИДНЫЙ «X»

Такая рама имеет фюзеляж от рамы «H», а лучи соединены как в раме «X». С точки зрения физики распределение веса осталось таким же, как и в раме «H», что делает ее похожей на обычную раму «H», но разница будет в передаче вибраций от моторов к полетному контроллеру.



ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ ТИПЫ РАМ КВАДРОКОПТЕРОВ

РАМА ТИПА «КВАДРАТ»

Если к раме «X» добавить соединяющие лучи «ребра», то получится рама типа «Квадрат». За счет жесткости соединений получается достаточно крепкая рама, которую сложно сломать, но при этом она обладает повышенным воздушным сопротивлением и большим весом. Подходит для начинающих пилотов, но не подходит для маневренных полетов.



РАЗНОВИДНОСТЬ МАТЕРИАЛА РАМ

ДЕРЕВО



Дерево - если в приоритете дешевизна конструкции, то дерево - это отличный вариант, который значительно сократит время сборки и изготовления запасных частей. Древесина достаточно твердая и является проверенным временем материалом. важно что бы при изготовлении рамы использовалась идеально прямая древесина (*без изгибов и деформации*).

ПЛАСТИК



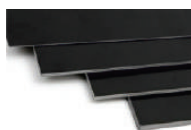
Пластик - для большинства пользователей доступен только в виде пластиковых листов. Имеет тенденцию к изгибу и как таковой не идеален. Отлично подходит для изготовления защитного каркаса или шасси. Если вы рассматриваете возможность 3D печати, следует учитывать временной интервал изготовления (*возможно проще купить комплект дооснащения*). Пластик и 3D печать деталей отлично себя зарекомендовала при создании небольших квадрокоптеров

АЛЮМИНИЙ



Алюминий - доходит до потребителя в различных формах и размерах. Вы можете использовать листовую алюминий для исполнения корпуса, либо экструдированный алюминий для реализации лучей дрона. Алюминий не такой лёгкий, по сравнению с углеродным волокном или **G10**, зато цена и долговечность выступают главными преимуществами материала. Вместо разрушения или трещин, алюминий имеет склонность к изгибу. Для работы с материалом требуется только пила и дрель.

G10



G10 разновидность стекловолкна - не смотря на то, что внешний вид и основные свойства практически идентичны с карбоном (*углеродным волокном*), является менее дорогим материалом. В основном доступен в листовом формате и используется для реализации верхних и нижних пластин рамы. Также в отличии от углеродного волокна, **G10** не блокирует радиочастотные волны.

УГЛЕРОДНОЕ ВОЛОКНО



Углеродное волокно - самый востребованный материал из-за лёгкого веса и высокой прочности. Процесс изготовления по-прежнему исключительно ручной. Как правило серийно производятся простые формы, такие как плоские листы, трубчатые комплектующие; исполнение сложных трехмерных форм осуществляется на заказ.

ПОНЯТИЕ БПЛА (ДРОН), СТРУКТУРА, ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ, НАСТРОЙКИ МОТОРЫ, ПОПАСТИ

МОТОРЫ

От того какие моторы вы будете использовать в своей сборке, будет зависеть, какую максимальную нагрузку сможет поднять дрон, а также сколько времени он сможет находиться в полёте. Силовая установка должна обязательно состоять из моторов одной марки и модели, такой подход обеспечит ей сбалансированную работу. При этом стоит отметить, что даже абсолютно одинаковые (*Бренд/Модель*) моторы могут иметь незначительную разницу в скорости, которую в последующем выравнивает полётный контроллер.

КОЛЛЕКТОРНЫЙ И БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЙ

В коллекторных (*Brushed*) моторах ротор с обмоткой вращается внутри статора на котором магниты зафиксированы жёстко. В бесколлекторных (*Brushless*) моторах всё на оборот; обмотка крепится жёстко к внутренней части статора, а магниты установлены на валу и вращаются. В большинстве случаев вы будете рассматривать только бесколлекторные моторы (*БК*) постоянного тока. Моторы такого типа широко используются в индустрии радиолюбителей при сборке различных продуктов, начиная от вертолётов и самолётов и заканчивая системами привода в автомобилях и катерах.



Inrunner мотор



Бесколлекторный мотор
(Brushless)



Бесколлекторный мотор
типа «Pancake»

Бесколлекторные моторы типа «**Pancake**» имеют больший диаметр, они более плоские и как правило имеют высокий крутящий момент и более низкое значение *KV* (*детали ниже*). Несмотря на то, что бесколлекторные моторы могут быть разных размеров и иметь разные характеристики, выбор меньшего размера совсем не означает, что будет дешевле.

INRUNNER VS OUTRUNNER

Существует несколько типов бесколлекторных моторов постоянного тока:

Inrunner - внутренний ротор. Обмотка зафиксирована на статоре, магниты установлены на валу ротора, который вращается (*как правило используются на радиоуправляемых лодках, вертолётках и автомобилях из-за высокого KV*).

Outrunner - наружный ротор. Магниты зафиксированы на статоре, который вращается вокруг неподвижной обмотки. Нижняя часть мотора зафиксирована (*как правило, у моторов такого типа больше крутящего момента*).

Hybrid Outrunner - технически это «**Outrunner**», но реализованный в корпусе «**Inrunner**». Такой подход позволил объединить в одном типе крутящий момент «**Outrunner**» и отсутствие внешних вращающихся элементов как у моторов типа «**Inrunner**».

Размер бесколлекторных моторов для беспилотников обычно указывается 4-значным номером - **AAVB**:

- **AA** относится к ширине статора (*диаметру статора*).
- **VB** означает высоту статора. Оба параметра указаны в миллиметрах.

Статор - это неподвижная часть двигателя, состоящая из «**полюсов**», обернутых медными проводами (*обмотками*). Эти полюса включают несколько слоев тонких металлических пластин, склеенных вместе, с ультратонким изоляционным слоем между ними.

КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ДВИГАТЕЛЯ:

Статор двигателя: Неподвижная часть двигателя состоит из множества металлических катушек. Провод катушки покрыт эмалью для предотвращения короткого замыкания, так как он намотан в несколько витков. Когда электрический ток проходит через катушки статора, он генерирует магнитное поле, которое взаимодействует с постоянными магнитами на роторе, в результате создается вращение.

Магниты: Постоянные магниты создают фиксированное магнитное поле. В двигателях FPV-дронов они крепятся к внутренней части раструба двигателя с помощью эпоксидной смолы.



Книги, які можуть вас зацікавити



Памятка по защите и противодействию БПЛА противника. Книга врага вражеским языком



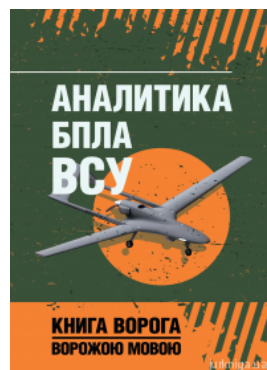
Обеспечение защиты от FPV дронов автомобильной техники, БТРов и танков. Книга врага вражеским языком



Броньований розум. Бойовий стрес та психологія екстремальних ситуацій



Организация противодействия малым БПЛА. Книга врага вражеским языком



Аналитика БПЛА ВСУ. Книга врага вражеским языком



Короткохвильовий радіозв'язок. Настанова

Перейти до галузі права
Військове право



[Перейти на сайт →](#)