

# **КОНСТРУИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ АППАРАТАМИ**

## **ВИДЫ И ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ БПА**

Руководитель: Парфенов Г.Н.  
ЦДЮОТТ ГО Стерлитамак  
Технопарк «ТЕХНИК»

- Беспилотники в последнее время получают все большее распространение. Их начинают применять повсеместно: в воздухе, на воде и на суше. Ученые всего мира возлагают большие надежды на беспилотные устройства и рассчитывают, что в будущем не будет ни одной сферы, где они не будут применяться.

## **БПА прежде всего делятся по предназначению:**

**Коммерческие или гражданские.** Они предназначены для перевозки грузов, строительства, удобрения полей, научных исследованиях и тому подобное.

**Потребительские.** В большинстве случаев они используются для развлечения, к примеру, для гонок, снятие высотных видео и так далее.

**Боевые.** Они имеют сложную конструкцию, их используют для военных целей.

# Виды беспилотных аппаратов

## ВОДНЫЕ

Это танкеры, подлодки, робо-рыбки и так далее.



## НАЗЕМНЫЕ

Их конструкция создается с учетом наличия многочисленных препятствий и объектов, которые **МОГУТ** оказаться под колесами. Также здесь необходимо учитывать тип грунта.



## ВОЗДУШНЫЕ

БПЛА находят все большее применение, Это многообразные летающие военные роботы, дроны для фото и видеосъемки,



# Конструкция беспилотных летающих аппаратов (БПЛА)

- ▣ **Беспилотники с фиксированным крылом.** К их преимуществам можно отнести большую дальность и скорость полета.
- ▣ **Мультикоптеры.** Они могут иметь разное число пропеллеров: от 4-х до 8-ми. Пропеллеры у некоторых моделей могут складываться.
- ▣ **Беспилотники вертолетного типа.**
- ▣ **Конвертопланы.** Особенность таких моделей в том, что они взлетают «по вертолетному», а в полете передвигаются подобно самолету, опираясь на крылья.
- ▣ **Глайдеры или планеры.** Эти устройства могут быть с двигателем или без двигателя. В большинстве случаев их используют для разведывательных операций.
- ▣ **Тейлситтеры.** БПЛА для смены режима полета поворачивает свою конструкцию в вертикальной плоскости.
- ▣ **Экзотические.** Эти устройства имеют нетипичную конструкцию, к примеру, аппараты, способные садиться на воду, взлетать с нее и погружаться в нее
- ▣ **Привязные беспилотники.** Их особенность в том, что энергия поступает к такому дрону по проводу.
- ▣ **Миниатюрные.**
- ▣ **Модульные.**

# Недостатки и преимущества основных видов БПЛА

## Беспилотники с фиксированным крылом.

## Мультикоптеры.

Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
Дальность полета	Взлетная полоса	Мобильность, отсутствие ВПП	Меньший радиус действия
Высота	Постоянная подвижность	Стабильность, возможность	Большие энергозатраты



# Двигатели для беспилотных аппаратов

## Двигатели внутреннего сгорания ДВС

Топливо попадает внутрь двигателя, смешивается с воздухом, сгорает и тепловую энергию преобразует в механическую

## Электродвигатели

Механическая энергия двигателя преобразуется из электрической, поступающей от источника электропитания

### Бензиновые

### Дизельны е

### Коллекторные

### Бесколлекторн ые

Вспышка

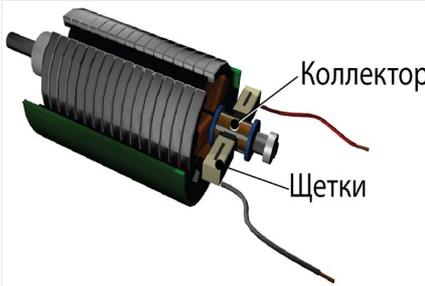
Вспышка  
топливной  
смеси

Электрическая энергия для  
вращения вала  
передается через

Вращение двигателя  
происходит за счет



# Сравнение коллекторного и бесколлекторного электродвигателя

Коллеторный (щеточный)		Бесколлеторный (бесщеточный)	
преимущество	недостаток	преимущество	недостаток
Низкая стоимость	Низкий КПД менее 60%	Высокий КПД 90-95%	Более высокая стоимость
Простота подключения	Износ щеток и 	Отсутствие щеток	Для подключения требуется специальное 
Малые размеры		Высокая надежность	

# Основные виды аккумуляторов для БПА

- Аккумуляторная батарея – это источник постоянного тока, который предназначен для накопления и хранения энергии. Имеет возможность многократно заряжаться и разряжаться. Основными характеристиками являются:
  - 1. Рабочее напряжение, измеряется в вольтах (В, V)
  - 2. Напряжение заряда/разряда
  - 3. Емкость, измеряется в амперчасах (миллиамперчасах) А/ч, mA/ч
  - 4. Моментальная токоотдача.
- По типу аккумуляторы разделяют в зависимости от их химсостава, который влияет на их эксплуатационные свойства.
- **никель-кадмиевые (Ni-Cd)** – наиболее старый тип аккумуляторных батареек, отличается необходимостью соблюдения цикла «полный разряд» – «полный заряд» (имеют эффект памяти) и чувствительны к холоду (плохо отдают энергию на морозе), но могут храниться разряженными и отличаются низким саморазрядом, из-за низкой токоотдачи **используется в бортовом питании**
- **никель-металл-гидридные (Ni-MH)** – очень распространенный тип простых и дешевых компактных аккумуляторных батареек, эффект памяти и чувствительность к холоду несколько ниже, чем у никель-кадмиевых аккумуляторов, но их нужно хранить заряженными и у них выше саморазряд, из-за низкой токоотдачи **используется в бортовом питании**
- **литий-ионные (Li-Ion)** – более современный тип аккумуляторов, почти не подвержены эффекту памяти (снижению емкости), что позволяет заряжать их в любое время и необязательно разряжать до конца, чувствительность к холоду есть, но не критична, нужно поддерживать заряд при хранении, **бортовое питание**
- **литий-полимерные (Li-Pol)** – облегченный вариант литий-ионных аккумуляторов, обладающий теми же свойствами, но со значительно меньшим весом и высокой токоотдачей. **Основной источник питания БПА В качестве бортового и ходового питания.**

# Характеристики Li-Pol аккумулятора



# Характеристики Li-Po аккумулятора.

- **1. Напряжение и количество ячеек (S)**
- LiPo аккумуляторы, используемые в БПА собраны из отдельных ячеек (банок), номинальное рабочее напряжение банки 3,7 В. Для получения более высокого напряжения их соединяют последовательно



LiPo разработаны для безопасной работы в диапазоне напряжений **от 3 В до 4.2 В**. Разряд ниже 3 В может вызвать необратимые изменения, потерю емкости или даже повредить аккумулятор. Перезаряд выше 4.2 В опасен и, как правило, приводит к возгоранию аккумулятора.

# Характеристики Li-Po аккумулятора

## 2. Емкость литий-полимерного аккумулятора и его размер

мА\*ч (миллиампер в час). «мА\*ч» по сути нужно разряжать аккумулятор, чтобы он

Например, имеется аккумулятор 1300 мА\*ч, потребуется ток 1,3 А чтобы разрядить его за 1 час. Если ток будет удвоен (т.е. 2,6 А), тогда время разряда сократится вдвое ( $1,3 / 2,6 = 0,5$ ). Если разряжать током 39А, то аккумулятор разрядится за 2 минуты ( $1,3 / 39 = 1 / 30$  часа или 2 минуты).

Увеличение емкости аккумулятора позволит увеличить полетное время, но вес и размер аккумулятора тоже увеличится

# Характеристики Li-Po аккумулятора

## 3. Токоотдача, C-рейтинг

У современных LiPo аккумуляторов указываются C-рейтинг. Зная C-рейтинг и емкость аккумулятора можно вычислить безопасный максимальный разрядный ток аккумулятора.

Максимальный разрядный ток = C-рейтинг \*  
Емкость

Например: аккумулятор 1300 мА\*ч 50С будет иметь максимальный разрядный ток 65А

Пиковый рейтинг — это ток, который может отдать аккумулятор только кратковременно (ориентировочно 10 секунд).

## ■ Правила заряда LiPo аккумуляторов

- 1. Для зарядки LiPo аккумуляторов используйте только **специализированные зарядные устройства**.
- 2. Не оставляйте **без присмотра** заряжающийся аккумулятор.
- 3. Не заряжайте аккумуляторы сразу после использования, дайте им время остыть.
- 4. Никогда не используйте и не заряжайте поврежденные, вздутые аккумуляторы
- 5. Правильно выбирайте напряжение и зарядный ток.
- 6. Используйте для зарядки много баночных аккумуляторов **балансировочный разъем**.
- 7. Следите за температурой аккумулятора при заряде и за посторонними запахами.
- 8. Берите аккумулятор только за корпус, а не за провода. Подключать или отключать к устройству можно только держась за штекер (разъем)

# Режимы заряда LiPo аккумулятора

- **Заряд с балансировкой** (Balance charge). Зарядник оценивает напряжение каждой банки и может заряжать их по отдельности так, чтобы итоговое напряжение было у всех одинаковым. Это рекомендуемый и самый безопасный режим заряда литиевых аккумуляторов.
- Если мы будем заряжать разбалансированный аккумулятор напрямую, без контроля напряжения каждой банки, то некоторый из них в конце заряда будут иметь напряжение ниже 4,2 В (не полный заряд), но, что еще хуже — другие могут иметь напряжение БОЛЬШЕ 4,2 В.
- **Помните, перезаряд — это очень опасно**
- **Быстрый заряд** (Direct или Fast Charge) — заряд производится через основные силовые клеммы аккумулятора, зарядное устройство не следит за напряжением на банках. Обычно такой заряд идет быстрее, но в результате можно получить разное напряжение на банках, а итоговый заряд не достигнет 100%.
- **Режим хранения** (Storage charge) — зарядник доводит напряжение на каждой банке до напряжения, при котором можно долго хранить аккумулятор, это примерно 3,8-3,85 Вольт на банку.
- **Разряд** (Discharge) — полный разряд аккумулятора (обычно зарядники разряжают значительно дольше, чем заряжают).

# Системы и устройства, необходимые для работы БПА

- ▣ 1. **Пульт управления** (передатчик) – передает систему команд управления от пилота к БПА с помощью радиосигнала на определенной частоте. Основные частоты 27 МГц, 35 МГц, 40 МГц, 2,4 ГГц, 58 ГГц. В зависимости от количества передаваемых команд, делится на количество передаваемых каналов.
- ▣ 2. **Приемник** – устройство, принимающее радиосигнал от пульта управления. Должен соответствовать частотному диапазону передатчика. Распределяет систему команд по механизмам управления и движения БПА.
- ▣ 3. **Двигатель** – преобразует электроэнергию во вращательное движение винта, колес и т.д.
- ▣ 4. **Контроллер «регулятор хода»** – обеспечивает плавное изменение вращения тягового двигателя и выполняет функцию стабилизации напряжения.
- ▣ 5. **Сервоприводы** – преобразуют электроэнергию от радиосигнала в механическую, для движения систем управления.
- ▣ 6. **GPS датчик** – определяет положение БПА в единой системе навигации.
- ▣ 7. **Телеметрия** – визуально показывает пилоты полетные характеристики: высоту, скорость, азимут и направление, напряжение бортового аккумулятора и аккумулятора передатчика.
- ▣ 8. Силовой или бортовой аккумулятор

# Системы и устройства, необходимые для работы БПА

Пульт управления	Приемник	Двигатель	Контроллер «регулятор»
 A black Futaba transmitter with two joysticks, a small LCD screen, and various buttons and switches.	 A black Futaba receiver with a label that reads 'MODEL NO. FRS100' and '1 CHANNEL FREQUENCY RECEIVER SYSTEM'. It has several pins on the bottom.	 A small brushless motor with a silver metal housing and a black plastic body. It has three colored wires (red, blue, black) extending from the bottom.	 A black Aires ESC (Electronic Speed Controller) with a label that reads 'Aires 10A'. It has several colored wires (red, yellow, black, blue) connected to it.
Сервопривод	GPS датчик	Телеметрия	Аккумулятор
 A black Hitec servo motor with a label that reads 'HITEC HS-3095HD'. It has a multi-colored braided cable attached to the bottom.	 A small GPS module with a label that reads 'SP F3 FC'. It has a black antenna cable attached to the top.	 Two black telemetry modules with labels that read 'Radio Telemetry'. Each has a black antenna and a multi-colored braided cable attached.	 A Li-poly RC battery with a label that reads 'Li-poly RC Battery' and '1500mAh 11.1V 40C'. It has a multi-colored braided cable attached to the top.



