



# Энергоснабжение и управление батареями в БАС



# Что такое литий-ионный аккумулятор?

Литий-ионный аккумулятор состоит из катода, анода, электролита и сепаратора. Во время зарядки и разрядки ионы лития перемещаются между электродами, что позволяет накапливать и отдавать электрическую энергию

Преимущества литий-ионных аккумуляторов включают высокую удельную энергию, низкий саморазряд и отсутствие эффекта памяти



## Принцип работы

Литий-ионные аккумуляторы работают за счет перемещения ионов лития между положительным (катодом) и отрицательным (анодом) электродами.

Во время зарядки ионы лития перемещаются из катода в анод, а во время разрядки они движутся в обратном направлении

## Высокая плотность энергии

Литий-ионные аккумуляторы обладают высокой плотностью энергии по сравнению с другими типами аккумуляторов, что делает их идеальным выбором для портативных электронных устройств, таких как смартфоны, ноутбуки и электромобили

## Отсутствие эффекта памяти

В отличие от никель-кадмиевых и никель-металлгидридных аккумуляторов, литий-ионные аккумуляторы не подвержены эффекту памяти, что позволяет заряжать их в любое время, не ожидая полной разрядки

## Срок службы

Современные литий-ионные аккумуляторы могут выдержать от 500 до 1000 циклов зарядки-разрядки, что обеспечивает им достаточно долгий срок службы при правильной эксплуатации

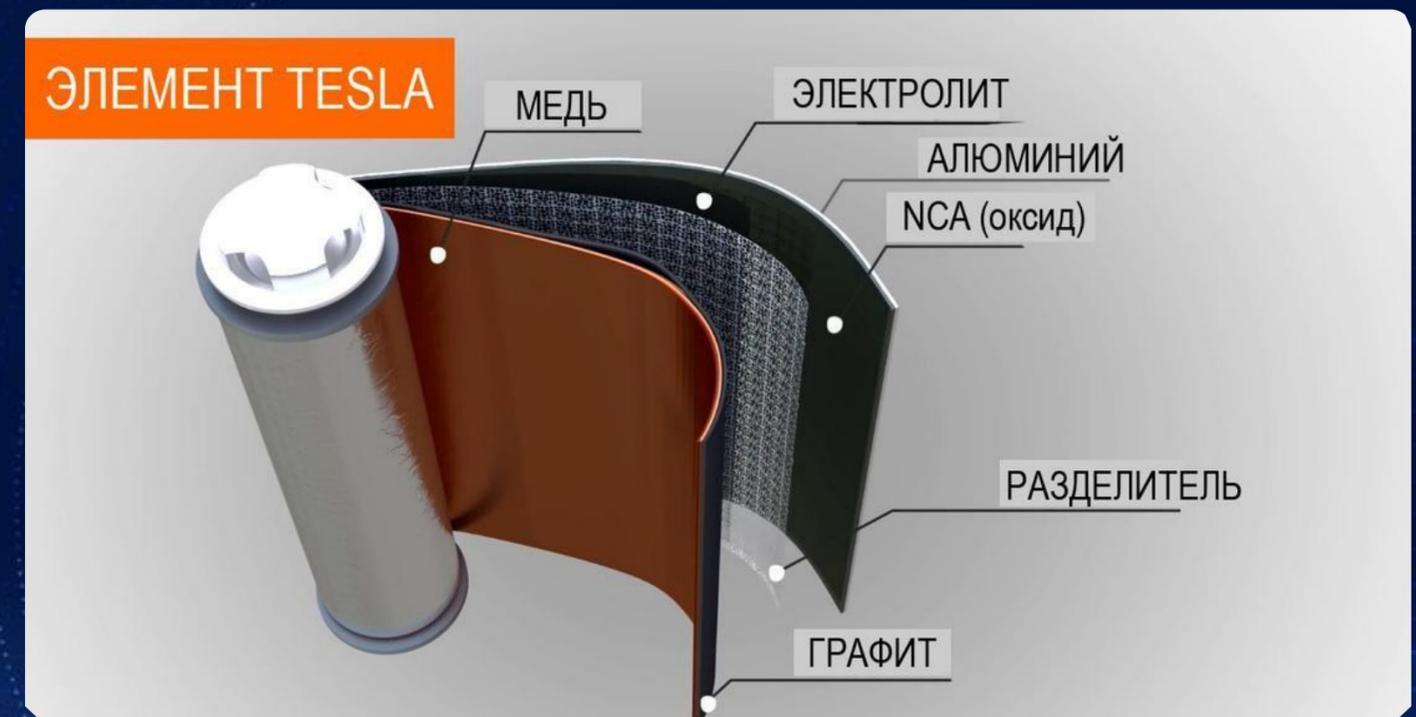
# Энергетическая плотность и емкость



Литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы обеспечивают высокую энергетическую плотность, что делает их идеальными для использования в мобильных устройствах и электротранспорте

Энергетическая плотность Li-ion аккумуляторов может достигать 250 Вт·ч/кг, в то время как LiPo аккумуляторы могут предложить до 300 Вт·ч/кг благодаря своей более лёгкой конструкции

Это позволяет LiPo аккумуляторам быть предпочтительным выбором в областях, где важны вес и форм-фактор, например, в аэромоделировании, дронах и современных носимых устройствах

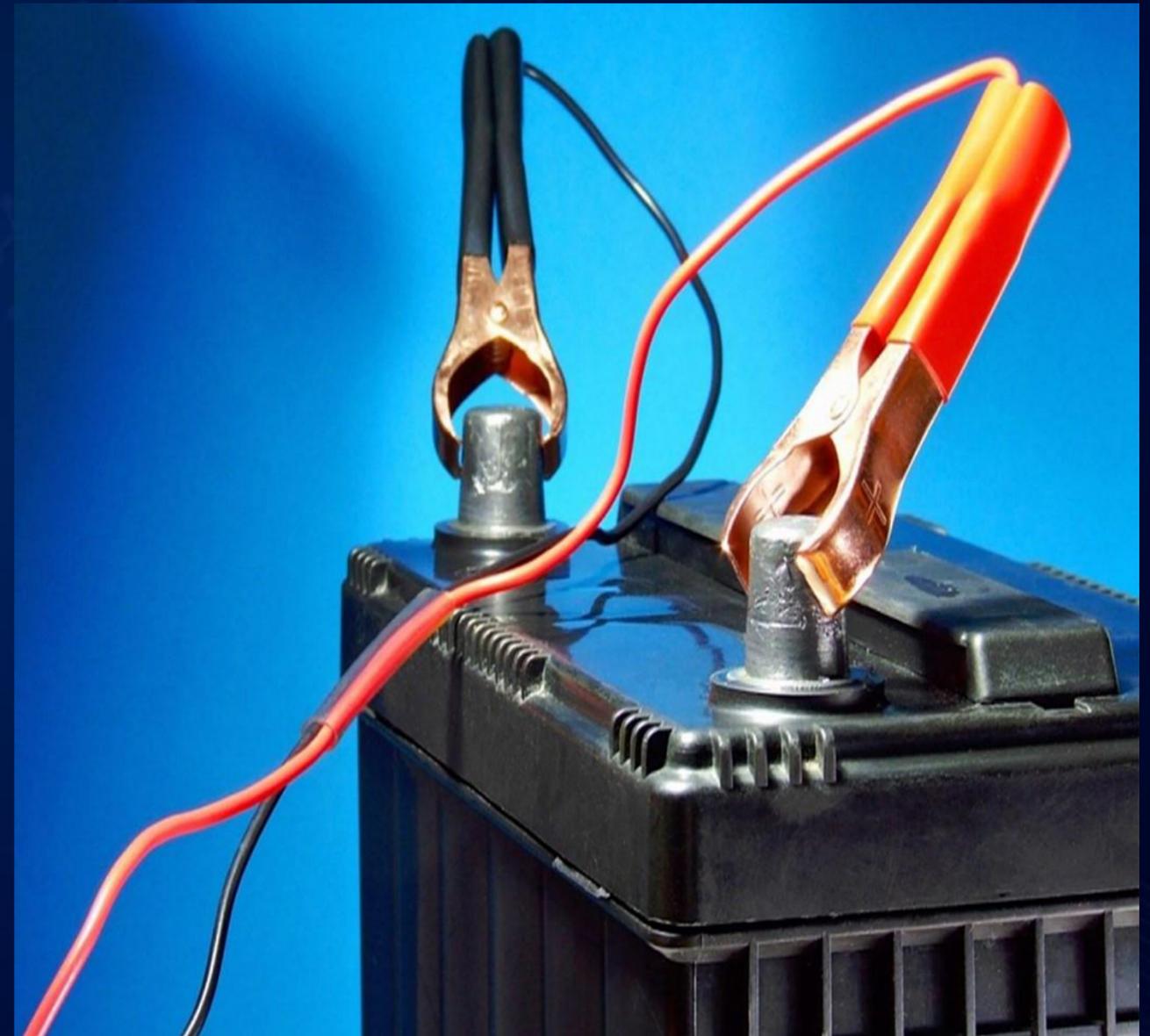


# C (Capacity) - Емкость



C обозначает емкость аккумулятора, которая измеряется в ампер-часах (А·ч) или миллиампер-часах (мА·ч). Это показатель того, сколько тока аккумулятор может отдавать в течение одного часа

- Что это такое: "C" в аккумуляторах - это не просто емкость, это также используется для определения максимального тока отдачи через понятие C-рейтинг
- Зачем это нужно: Знание емкости аккумулятора важно для определения того, как долго он сможет питать устройство. C-рейтинг используется для описания максимального безопасного тока заряда или разряда
- Пример: Аккумулятор на 1000 мА·ч с C-рейтингом 1C может безопасно отдавать 1 ампер тока. Если C-рейтинг 2C, он может отдавать 2 ампера

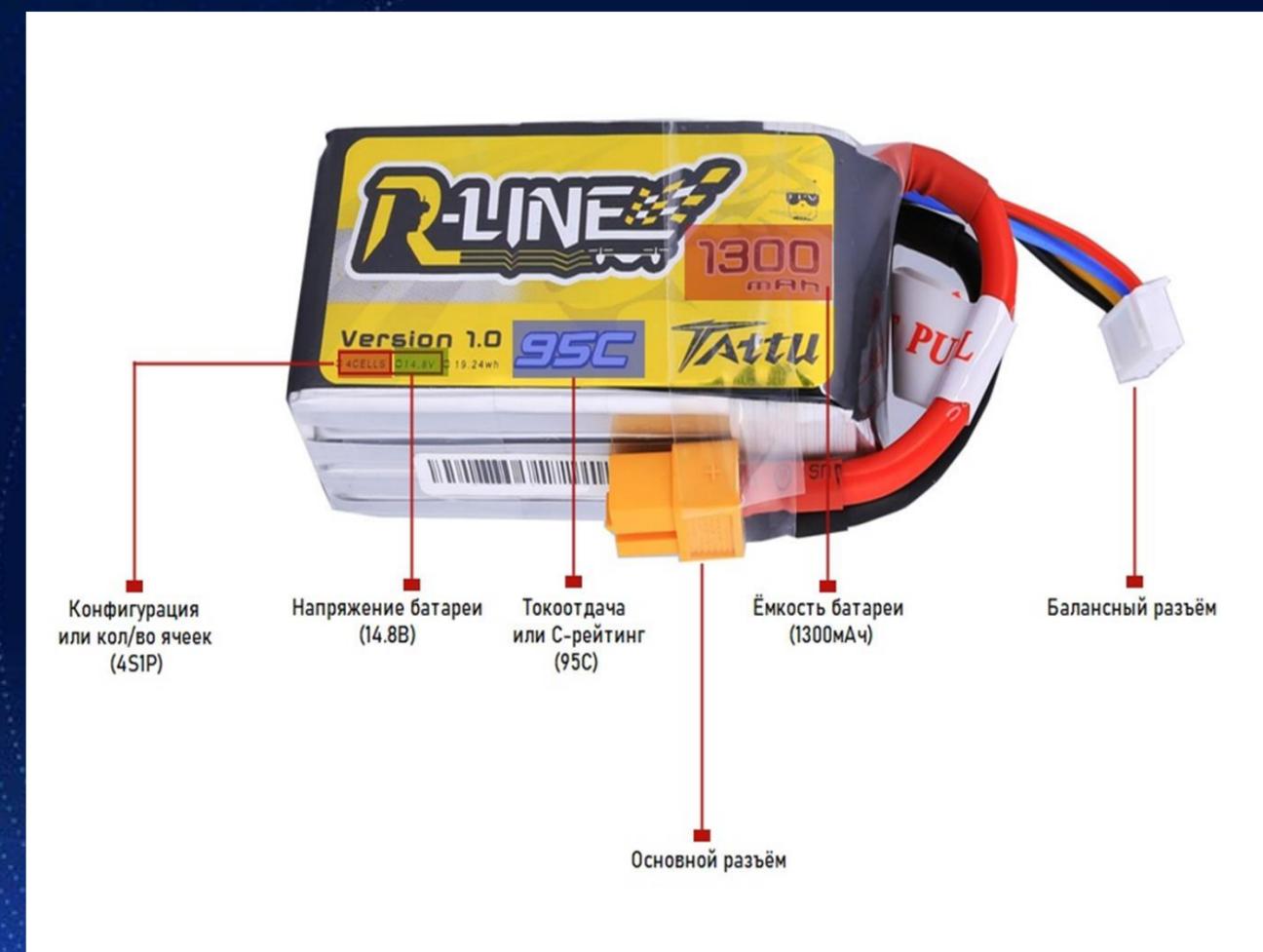


# S (Series) - Серия



S обозначает количество ячеек аккумулятора, соединённых последовательно. Это понятие помогает определить общее напряжение аккумулятора

- Что это такое: Когда мы говорим о "3S" батарее, это означает, что три ячейки соединены последовательно
- Зачем это нужно: Последовательное соединение ячеек увеличивает общее напряжение аккумулятора, что важно для питания устройств, требующих более высокого напряжения
- Пример: Если одна ячейка LiPo имеет напряжение 3.7V, то аккумулятор 3S (три ячейки последовательно) будет иметь напряжение  $3.7V * 3 = 11.1V$

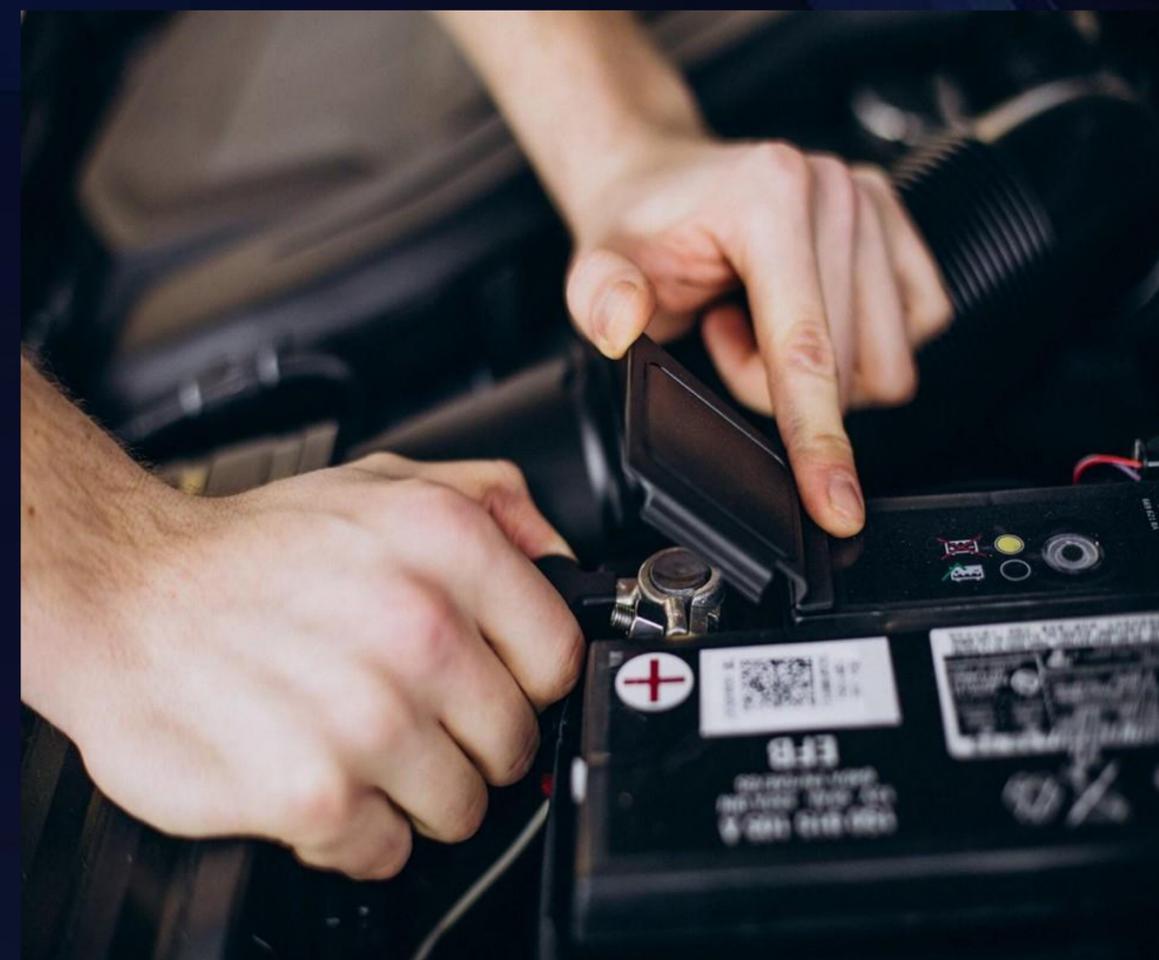


# P (Parallel) - Параллель



P обозначает количество ячеек аккумулятора, соединённых параллельно. Это понятие помогает определить общую емкость аккумулятора

- Что это такое: Когда мы говорим о "2P" батарее, это означает, что две ячейки соединены параллельно
- Зачем это нужно: Параллельное соединение ячеек увеличивает общую емкость аккумулятора, позволяя ему отдавать ток в течение более длительного времени без увеличения напряжения
- Пример: Если одна ячейка LiPo имеет емкость 1000 мА·ч, то аккумулятор 2P будет иметь емкость  $1000 \text{ мА}\cdot\text{ч} * 2 = 2000 \text{ мА}\cdot\text{ч}$ , но напряжение останется таким же, как у одной ячейки



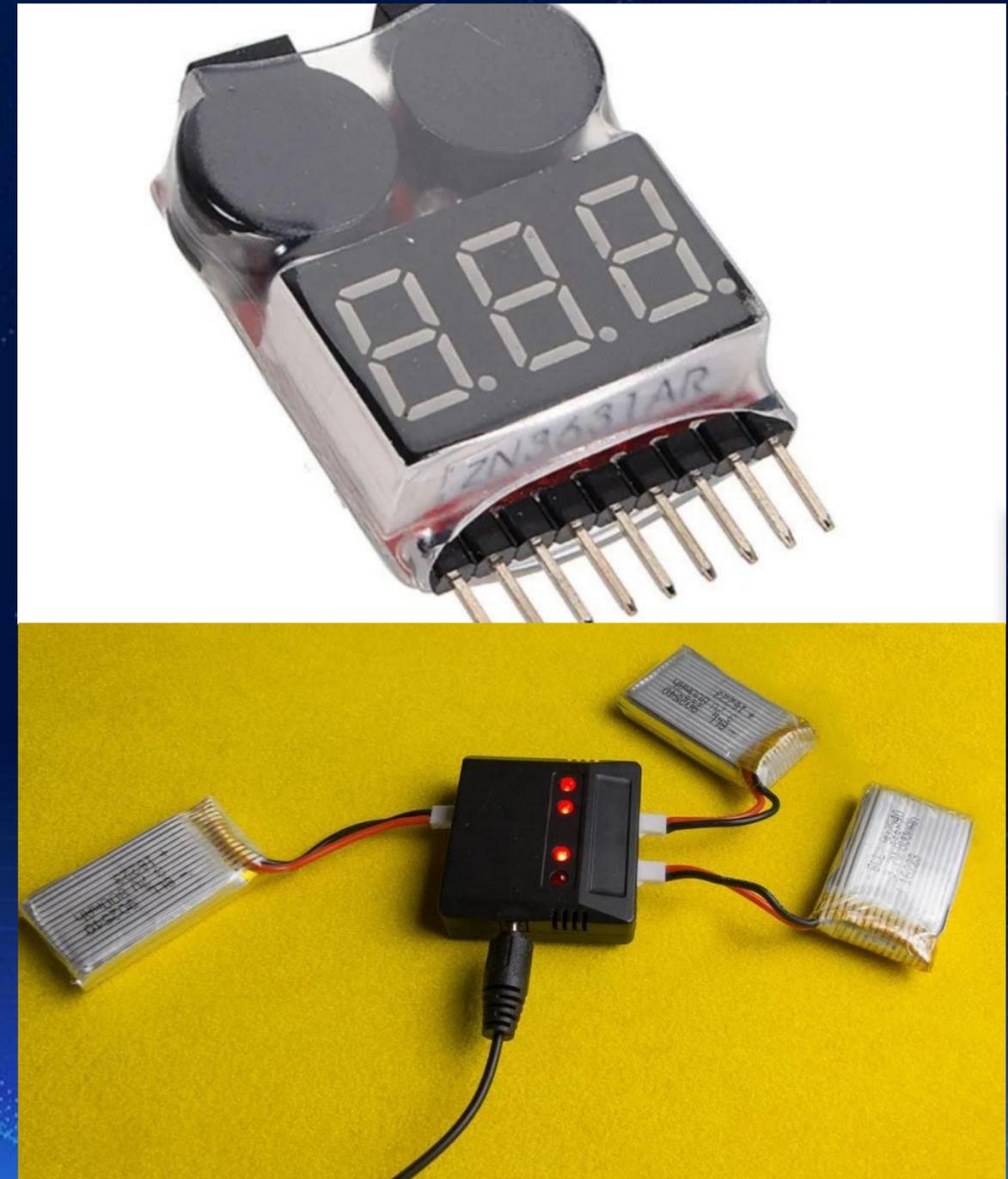
# Фазы зарядки аккумуляторов



Управление батареями в БАС включает системы мониторинга, которые измеряют напряжение, ток и температуру

Алгоритмы балансировки используются для выравнивания заряда между ячейками батареи

Методы продления срока службы батарей включают ограничение глубины разрядки и контроль температуры



# Фазы зарядки аккумуляторов

Зарядка литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов проходит в две основные фазы: фаза постоянного тока (CC) и фаза постоянного напряжения (CV)

В фазе CC аккумулятор заряжается постоянным током до тех пор, пока напряжение на каждой ячейке не достигнет 4.2 вольта

Этот процесс обеспечивает быструю и эффективную зарядку на ранних этапах, когда аккумулятор разряжен

После достижения напряжения 4.2 вольта на ячейку начинается фаза постоянного напряжения (CV). В этой фазе зарядное устройство поддерживает напряжение на уровне 4.2 вольта на ячейку, в то время как ток зарядки постепенно уменьшается. Этот процесс продолжается до тех пор, пока ток зарядки не снизится до заданного порога, обычно около 3% от начального тока зарядки. Например, если начальный ток зарядки был 1 А, то зарядка завершится, когда ток падёт до 30 мА



# Примеры использования литий-ионных аккумуляторов в БАС

DJI Mavic 2 Pro: использует литий-ионную батарею емкостью 3850 мАч, обеспечивающую до 31 минуты полета

Parrot Anafi: оснащен литий-ионной батареей емкостью 2700 мАч, позволяющей находиться в воздухе до 25 минут

Autel EVO II: использует литий-ионную батарею емкостью 7100 мАч, обеспечивающую до 40 минут полета



# Безопасность и обслуживание литий-ионных аккумуляторов в БАС



- Всегда следуйте инструкциям производителя при зарядке и хранении батарей
- Регулярно проверяйте батареи на наличие повреждений или вздутий
- Храните батареи в прохладном, сухом месте, вдали от прямых солнечных лучей
- Утилизируйте поврежденные или вышедшие из строя батареи в соответствии с местными правилами



# Заключение



**Литий-ионные аккумуляторы являются основным источником энергии для современных БАС**

**Понимание физики зарядки и управления батареями играет ключевую роль в оптимизации работы БАС**

