**Аккумулятор. Принцип работы и устройство**

Аккумулятор представляет собой устройство, которое накапливает энергию в химической форме при подключении к источнику постоянного тока, а затем отдает ее, преобразуя в электричество. Его используют многократно за счет способности к восстановлению и обратимости химических реакций. Разряжается – снова заряжают. Применяются аккумуляторы в качестве автономных и резервных источников питания для электротехнического оборудования и различных устройств.  
Принцип действия аккумулятора основан на образовании разности потенциалов между двумя электродами, погруженными электролит. При подключении нагрузки (электротехнических устройств) к клеммам аккумулятора в реакцию вступают электролит и активные элементы электродов. Происходит процесс перемещения электронов, который, по сути, и является электротоком.

Принцип действия аккумулятора основан на обратимости химической реакции. В [первичном элементе](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) используется самопроизвольная химическая реакция. Вторичный элемент, в процессе заряда функционирует как электролитическая ячейка ([электролизер](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%B7)). В электролизере электрическая энергия вызывает желаемую химическую реакцию.

Работоспособность аккумулятора может быть восстановлена путём заряда, то есть пропусканием [электрического тока](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BA) в направлении, обратном направлению тока при разряде. Два и более аккумулятора для повышения напряжения, тока, мощности или надежности могут быть гальванически соединены в [аккумуляторную батарею](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%8F_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)).

**Характеристики аккумулятора: емкость, плотность энергии, количество циклов заряда-разряда**

### Ёмкость аккумулятора

За ёмкость аккумулятора чаще всего принимают количество электричества равное 1 Кл, при силе тока 1 А в течение 1 с, (при переводе времени в часы получаем 1 А\*ч=3600 Кл). Однако принимают, а не измеряют. Существует распространенное заблуждение, что ёмкость аккумулятора измеряется в А\*ч, это не совсем так, так как в 1 А\*с=1 Кл или 1 А\*ч=3600 Кл измеряется количество электричества или электрический заряд; по формуле **Q= I\*t, где Q -количество электричества или электрический заряд, I — сила тока, t — время протекания электрического тока.** Например, обозначение «12 В на 55 А\*ч» означает, что аккумулятор выдаёт количество электричества 198 кКл (килокулон) по какому-либо контуру, при токе разряда 55 А за 1 ч (3600 с) до порогового напряжения 10,8 В. Расчёт показывает, что при токе разряда в 255 А аккумулятор разрядится за 12,9 минут. Как видно 55 А\*ч — это не ёмкость (электрическая ёмкость измеряется в Фарадах, 1 Ф= 1 Кл/В). Поэтому на аккумуляторе написано количество электричества Q, которое он выдаёт **при определённом токе разряда** и **определённом времени** его прохождения.

**Плотность энергии** — скалярная физическая величина, количество [энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) на единицу [объёма](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%8A%D1%91%D0%BC).

**Саморазряд**

Саморазряд — это потеря аккумулятором заряда после полной зарядки при отсутствии нагрузки.

**Преимущества и недостатки различных типов аккумуляторов: Ni-Cd, Ni-MH, Li-Ion, Li-Pol**

**Li-Ion:**

**+:**

* Высокая энергетическая плотность (ёмкость).
* Низкий саморазряд.
* Высокая токоотдача.
* Большое число циклов заряд-разряд.
* Не требуют обслуживания.

**-:**

* Огнеопасны
* Теряют работоспособность при переразряде
* Теряют ёмкость на холоде

**Li-Pol:**

**+:**

* Большая плотность энергии на единицу массы;
* Низкий саморазряд;
* Толщина элементов от 1 мм;
* Возможность получать очень гибкие формы;
* Слабо выраженный [эффект памяти](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D1%82%D0%B8_%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0" \o "Эффект памяти аккумулятора);
* Незначительный перепад напряжения по мере разряда.
* Диапазон рабочих температур литий-полимерных аккумуляторов довольно широкий: от −20 до +40 °C по данным производителей.

**-:**

Аккумуляторы пожароопасны при перезаряде и/или перегреве. Для борьбы с этим явлением все бытовые аккумуляторы снабжаются встроенной электронной схемой, которая предотвращает перезаряд и перегрев вследствие слишком интенсивного заряда. По этой же причине требуют специальных алгоритмов зарядки (зарядных устройств).

Количество рабочих циклов 800—900, при разрядных токах в **2С** до потери ёмкости в 20 % (для сравнения: [NiCd — 1000 циклов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C-%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80" \o "Никель-кадмиевый аккумулятор), [NiMH — 600](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB-%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80), [LSD NiMH — 1500](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B8%D0%BA%D0%B5%D0%BB%D1%8C-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB-%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80#NiMH_.D0.B0.D0.BA.D0.BA.D1.83), [LiFePO4 — 2000](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9-%D0%B6%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B7%D0%BE-%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80" \o "Литий-железо-фосфатный аккумулятор), [LTO - 20000](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9-%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80)).[[3](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B0%D0%BA%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80#cite_note-Potupczik-3)

**Ni-Cd:**

**+:**

* Саморазряд: 10 % в месяц
* Рабочая температура: −50…+40 [°C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%83%D1%81_%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%B8%D1%8F)
* Быстрая зарядка

**-:**

Быстро разряжается

Требуются большие токи для зарядки

Присутствует эффект памяти

Небольшая энергоемкость

**Ni-MH:**

**+:**

Рабочая температура: −60…+55 [°C](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%83%D1%81_%D1%86%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%B8%D1%8F) (−40… +55)

Практически нет эффекта памяти

Небольшие токи для зарядки

**-:**

* Срок службы: около 300—500 циклов заряда/разряда (многие производители указывают 1000 циклов).
* саморазряд: до 100 % в год (у старых типов аккумуляторов).
* Большое время заряда
* Небольшая энергоемкость

**Эффект памяти аккумуляторной батареи** — в настоящий момент под эффектом памяти понимается обратимая потеря ёмкости, имеющая место в некоторых типах электрических аккумуляторов при нарушении рекомендованного режима зарядки, в частности, при подзарядке не полностью разрядившегося аккумулятора.

**Итак, чтобы литиевый аккумулятор прослужил долго и верно**, необходимо:

1. Не допускать разогрева аккумулятора выше 30°C, лучшая температура 20°C.

2. Исключить чрезмерный заряд аккумулятора и перенапряжение на клеммах, оптимально 3,6 В.

3. Избегать глубокого разряда аккумулятора — пусть 20% будет пределом.

4. Не допускать высокие токовые нагрузки во время заряда и разряда (см. документацию), использовать USB.

5. Иметь резервный аккумулятор.

**Контроллер заряда аккумулятора** — простыми словами, это печатная плата внутри элемента питания (иногда крепится прямо на его корпусе). Правильное её название «BMS-плата» (Battery Management System), то есть плата системы управления аккумулятором.

Прежде всего, контроллер нужен для сохранения дорогостоящего аккумулятора от критических отклонений напряжения от номинальных 3,7 Вольт путём отключения.

На BMS-плате распаяны электронные компоненты для защиты устройства от неисправностей по электроцепи питания. Без неё работать литий-ионные аккумуляторы теоретически могут, но это приведёт к их скорейшему выходу из строя с высокой вероятностью взрыва.

На печатной плате контроллера батареи в большинстве случаев размещаются:

• резистор в схеме питания,

• накопительный конденсатор,

• непосредственно сам контроллер защиты в виде микросхемы,

• резистор в схеме защиты,

• терморезистор,

• MOSFET-транзисторы.

1. Контролирует процесс заряда устройства.

При зарядке с 0% включает режим предварительной зарядки до примерно 10%. Затем увеличивает скорость заполнения ёмкости аккумулятора и постоянным током заряжает до 70-85%. Далее снижает напряжение для завершающего этапа в режиме дозарядки — процесс замедляется для меньшей нагрузки на элемент питания.

Бывает, что контроллер неправильно определяет пограничные значения процента заряда и требует «калибровки».

2. Не даёт аккумулятору перезарядиться.

Есть установленное максимальное значение напряжения для Li-Ion — 4,15-4,2 В. При достижении такой высокой цифры питание отключается (иначе батарея вздуется или даже взорвётся).

3. Защищает батарею от глубокого разряда

Есть также пороговое минимальное значение напряжения для Li-Ion — 2,9-3 В. Более низкие значения приводят к потере ёмкости и другим неприятным последствиям.

4. Ограничивает ток

Принципиальная функция для защиты по току электросиловой цепи («просадки» напряжения на 150 мВ и более), без которой срок службы аккумулятора уменьшится, а также от короткого замыкания.

5. Оптимизация батареи

Её ещё называют «балансировка аккумулятора» — система из последовательно установленных электронных компонентов. Нужна для устранения разброса значений по электросхеме, что увеличивает срок службы слабых звеньев элемента питания, а значит и его самого.

6. Отслеживание температуры

Присутствует не во всех аккумуляторных контроллерах для удешевления, но практически всегда такая функция необходима для защиты от перегрева или переохлаждения. Операционная система также получает эту информацию для отслеживания состояния батареи.

**Режим гибернации** — режим пониженного потребления электроэнергии, разработанный, в первую очередь, для ноутбуков. При переходе в **спящий режим** все открытые документы и параметры сохраняются в памяти, и компьютер переходит в режим пониженного потребления электроэнергии, а при переходе в режим гибернации все открытые документы и программы сохраняются на жестком диске в файле hiberfil.sys, и затем компьютер выключается. Из всех энергосберегающих режимов, используемых в ОС Windows, для поддержания режима гибернации требуется наименьшее количество электроэнергии. Если в течение длительного промежутка времени компьютер не планируется использовать и нет возможности подзарядить батарею, рекомендуется перевести ноутбук в режим гибернации.

При активации данного режима система перезаписывает все данные из оперативной памяти на жесткий диск, после чего устройство выключается. При включении компьютера загрузка занимает до пары десятков секунд, зависимо от скорости накопителя. В это время данные с диска переписываются обратно в оперативную память, что позволяет полностью восстановить состояние системы и приложений. Несомненный плюс этого режима — нулевое энергопотребление и возможность восстановления данных даже при отключении сети. Из минусов можно отметить долгую загрузку и постоянные операции записи на диск, что не рекомендуется на SSD-накопителях.