

Почему Apple замедляет предыдущие модели iPhone?

Д. Богданофф¹

УДК 621.35:004.31 | ВАК 05.27.01

Недавно выяснилось, что компания Apple со временем снижает тактовую частоту процессоров на старых моделях смартфонов iPhone. Общественность тут же обвинила компанию в том, что это маркетинговый ход для увеличения продаж новых моделей. Однако на самом деле это пример хорошего инженерного решения компании Apple. Чтобы понять, зачем снижать тактовую частоту старых моделей смартфонов, необходимо принять во внимание принцип действия литий-ионных аккумуляторов и иметь некоторое представление о работе процессоров.

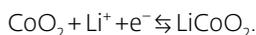
ПРИНЦИП РАБОТЫ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Литий-ионные аккумуляторы используются в мобильных устройствах преимущественно благодаря их высокой удельной энергоемкости, что чрезвычайно важно для современной электроники. К примеру, в планшете iPad 5 аккумулятор занимает более 60% площади его корпуса! То есть масса и конструкция электронных устройств в значительной мере зависят от размеров этого элемента.

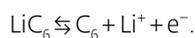
Всем хочется, чтобы аккумулятор долго сохранял заряд, но при этом был не слишком громоздким и тяжелым. Инженеры пытаются найти золотую середину между удобством использования устройства и временем его работы от аккумулятора.

Для понимания проблемы, возникшей у Apple, необходимо иметь представление об ограничениях, свойственных литий-ионным аккумуляторам. В них используются химические реакции, в результате которых появляются ионы лития. Они перемещаются между катодом (LiCoO_2) и анодом (графит) через специальный барьер (сепаратор). Ионы, проходящие через электролит, способны пересекать этот барьер. Электроны сделать этого не могут, поэтому они передаются в цепь нагрузки. Посмотрим, как ведут себя электроны в полуреакциях на катоде и аноде.

Полуреакция на катоде:



Полуреакция на аноде:



Если есть цепь для протекания электронов, то химическая реакция происходит. Если нет – аккумулятор находится в состоянии равновесия и сохраняет заряд.

При этом нужно учитывать один нюанс – возраст аккумулятора. Со временем литий-ионные аккумуляторы начинают терять емкость, в том числе из-за изменений, происходящих в их электродах. Испытания, проведенные сайтом Battery University, показали, что емкость литий-ионных аккумуляторов спустя 250 циклов зарядки снижается на 20%.

Уменьшение емкости – не единственная проблема при старении литий-ионных аккумуляторов. Они также теряют способность вырабатывать высокие токи. Уровень вырабатываемого тока напрямую зависит от скорости протекания химической реакции: чем быстрее реакция, тем выше сила тока.

Ток, который способен вырабатывать аккумулятор – важный критерий его выбора. Обычно требуемое значение известно, поэтому определить подходящий для устройства аккумулятор не составляет труда. Но спустя несколько лет характеристики аккумулятора снижаются, а устройству требуется та же мощность.

Также большую роль играют условия окружающей среды. Как и во многих химических реакциях, большое значение имеет температура. Чем она ниже, тем медленнее протекают реакции. По мере уменьшения скорости реакции снижаются пиковые значения силы тока. В сочетании с возрастом и выработкой ресурса аккумулятора это может усугублять проблему.

Таким образом, в определенный момент аккумулятор может не выдать требуемую мощность.

ПРОЦЕССОРУ НУЖНА МОЩНОСТЬ

Ресурсоемким вычислительным задачам, таким как мобильные игры, нужна значительная мощность. Например, играм с виртуальной реальностью необходимы усовершенствованные алгоритмы обработки видео и аудио, наличие мобильной связи, трехмерная визуализация и возможности обработки данных акселерометра – и все это в реальном времени. Телефоны разработаны так, что могут справляться с подобными нагрузками.

¹ Keysight Technologies, инженер, специалист по осциллографии.

Но что происходит, когда характеристики аккумулятора ухудшаются и его мощности становится недостаточно?

Если процессор не получает необходимого питания, возрастает задержка распространения сигналов через логические элементы. Но процессоры рассчитаны на определенную задержку распространения, с которой связана частота тактовых сигналов. Поэтому снижение мощности аккумулятора может привести к нарушениям в работе процессора.

Что происходит в этом случае? Хорошо спроектированные устройства распознают наличие проблемы и сигнализируют об ошибке. Менее качественные изделия могут внезапно выключиться, или их электронные компоненты могут быть повреждены.

Для подтверждения сказанного процитируем обращение Apple по этому поводу:

«Наша цель – дать своим клиентам лучшее, в том числе обеспечить максимальную эффективность и продлить срок службы их электронных устройств. Мощность литий-ионных аккумуляторов в условиях низкой температуры, по мере разряда или с течением времени снижается, в результате чего устройство может внезапно выключиться для защиты электронных схем.

В прошлом году мы разработали для iPhone 6, iPhone 6s и iPhone SE функцию, позволяющую при необходимости сгладить скачки и защитить устройство от внезапного выключения в перечисленных условиях. Теперь мы применили эту же технологию для iPhone 7 с iOS 11.2 и в будущем планируем снабдить ею другие наши устройства».

Так что же предпринимают инженеры Apple для продления срока службы устройств?

КАК iPhone СПРАВЛЯЕТСЯ С УХУДШЕНИЕМ ХАРАКТЕРИСТИК АККУМУЛЯТОРА

Специалисты Apple решают проблему с двух сторон.

Первый подход заключается в снижении тактовой частоты центрального процессора (ЦП) телефона. Этот метод можно назвать «торможением». Уменьшение мощности, вырабатываемой аккумулятором, как отмечалось выше, приводит к увеличению задержки распространения сигналов в процессоре. Снижение тактовой частоты ЦП обеспечивает достаточный запас времени для компенсации пониженной скорости распространения сигнала.

Второй подход – «продуманная работа». По сути, инженеры Apple стремятся к тому, чтобы распределить ресурсоемкие вычислительные процессы так, чтобы максимально снизить нагрузку на аккумулятор.

Одновременное использование двух подходов должно помочь владельцам более старых моделей iPhone. Однако это слабое утешение, если телефон работает с низкой тактовой частотой. Например, один из владельцев iPhone рассказал (https://twitter.com/sam_siruomu/



Смартфон iPhone 6s. Источник: <https://www.apple.com>

status/943400254451335168), что тактовая частота процессора его iPhone 6 составляла 600 МГц (и увеличилась до 1400 МГц после замены аккумулятора).

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Как избежать такой ситуации? Во-первых, нужно беречь аккумулятор: не давать ему перегреваться, особенно если он полностью заряжен или работает в активном режиме; использовать более низкие значения напряжения при зарядке – это продлит срок службы устройства, хоть и потребует больше времени на зарядку.

Во-вторых, рекомендуется менять аккумулятор через каждые 350–500 циклов заряда. Они стоят не так уж и дорого, а при этом могут, как уже отмечалось, значительно повысить производительность устройства.

Разработчикам устройств, в которых применяются литий-ионные аккумуляторы, стоит иметь в виду, что удобство их использования может зависеть от управления питанием.

Обеспечьте достаточный приток воздуха в отсеке для аккумулятора. Подумайте, должна ли быть возможность его обслуживания пользователем. Запланируйте ухудшение характеристик аккумулятора со временем, как в процессе его выбора, так и при проектировании схем управления питанием. Не бойтесь последовать примеру Apple и соотнесите производительность вашего устройства с состоянием его аккумулятора. Лучше, если создаваемое устройство будет работать несколько медленнее, чем если оно сгорит или периодически будет давать сбой.

Таким образом, решение Apple – не хитрая маркетинговая схема. Специалисты компании делают то, что должны, для обеспечения отказоустойчивости устройств своих клиентов. ●