

УДК 004.3

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯМИ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИХ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ

Л.Л. УТИН, В.А. БОЙПРАВ, Л.М. ЛЫНЬКОВ, М.А. САБЕРИАН

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 12 января 2018

Аннотация. Современные мобильные телефоны являются многофункциональными устройствами, обеспечивающими посредством установки на них приложений предоставление пользователям различных услуг и альтернативных каналов связи для передачи информации. Применение таких приложений обуславливает рост энергопотребления мобильных телефонов и, как следствие, сокращение времени их автономной работы. В статье предложен подход к увеличению продолжительности функционирования мобильных телефонов за счет адаптивного управления используемыми на них приложениями.

Ключевые слова: передача информации, адаптивное управление, беспроводная связь малого радиуса действия.

Abstract. Modern mobile phones are multifunctional devices that provide users various services and alternative communication channels for the transmission of information by installing applications on them. Utilization of such applications causes to increasing of the energy consumption of mobile phones and, as a result, to the reduction of their battery life. An approach to increasing of the mobile phones functioning duration due to the adaptive control of the applications used on them is suggested in the article.

Keywords: information transfer, adaptive management, near field communication.

Doklady BGUIR. 2018, Vol. 112, No. 2, pp. 59-63
Adaptive management by mobile phones applications
to increase the duration of their autonomous operation
L.L. Utsin, V.A. Boiprav, L.M. Lynkou, M.A. Saberian

Введение

Потребность пользователей сетей мобильной связи в получении новых видов услуг приводит к необходимости установки на телефонах большого количества дополнительных специальных приложений. В свою очередь, расширение спектра предоставляемых услуг приводит к необходимости увеличения скорости обработки и передачи информации. Как следствие, производители при выпуске новой серии мобильных телефонов вынуждены устанавливать на них процессоры, характеризующиеся повышенной тактовой частотой. Это приводит к увеличению энергии, потребляемой этими устройствами, и, как следствие, к снижению продолжительности автономной работы мобильных телефонов, на которых они установлены. Так как производители стремятся к уменьшению массогабаритных характеристик аккумуляторных батарей, оптимизация энергопотребления мобильных телефонов становится важной прикладной задачей.

Теоретический анализ

С целью решения задачи снижения энергопотребления мобильных телефонов были проанализированы основные факторы, влияющие на время их автономной работы.

В общем случае время разряда аккумуляторной батареи (T_a) можно определить по формуле [1]

$$T_a = \frac{Q_a \cdot U_a \cdot k_{и}}{P_{\text{пот}}}, \quad (1)$$

где Q_a – емкость аккумуляторной батареи, А·ч; U_a – напряжение аккумуляторной батареи, В; $k_{и}$ – коэффициент использования емкости аккумуляторной батареи; $P_{\text{пот}}$ – суммарная мощность нагрузки, Вт.

Из выражения (1) видно, что время автономной работы мобильного телефона зависит от характеристик аккумуляторной батареи и суммарной потребляемой мощности его модулей, задействованных при работе приложения.

Значение емкости аккумуляторных батарей, используемых в современных мобильных телефонах, зависит от типа их электрохимической системы, срока эксплуатации, габаритных размеров и других характеристик.

Одной из главных характеристик аккумуляторных батарей является их саморазряд, характеризующий степень потери ими емкости после полной зарядки. Саморазряд зависит от материалов, из которых изготовлена батарея, технологического процесса ее изготовления, типа и конструкции. Экспериментальные исследования показали, что разряд аккумуляторных батарей возрастает вследствие их старения, повреждения их внутреннего сепаратора, неправильного обслуживания, а также повышения температуры окружающей среды. В зависимости от типа электрохимической системы аккумуляторных батарей выделяют различные причины их саморазряда. В частности, никель-кадмиевые и никель-металл-гибридные аккумуляторные батареи имеют однородную мелкодисперсную структуру и максимальную площадь активной поверхности [2], которая постепенно уменьшается из-за частичной кристаллизации вещества внутри элемента питания. Снижение емкости у литий-ионных аккумуляторных батарей, в отличие от никель-кадмиевых, необратимо, так как используемые в их элементах металлы предназначены для работы только в течение определенного времени. Графики зависимости саморазряда различных типов аккумуляторных батарей представлены на рис. 1.

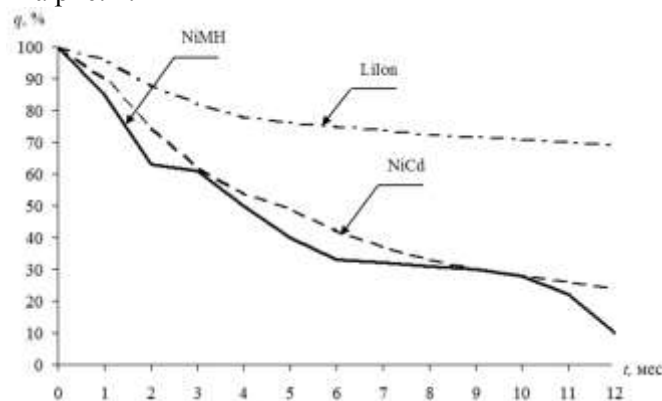


Рис. 1. Зависимость саморазряда основных типов аккумуляторных батарей от длительности их хранения

Из рис. 1 видно, что никель-кадмиевые и никель-металл-гибридные аккумуляторные батареи характеризуются наиболее высоким саморазрядом, что является их основным недостатком.

Суммарная мощность нагрузки определяется по формуле

$$P_{\text{пот}} = \sum_{i=1}^N P_{\text{мод}i}, \quad (2)$$

где i – условный модуль, входящий в состав мобильного телефона (рис. 2); N – максимальное количество модулей, входящих в состав телефона; $P_{\text{мод}i}$ – мощность, потребляемая конкретным модулем при работе пользователя с приложением.

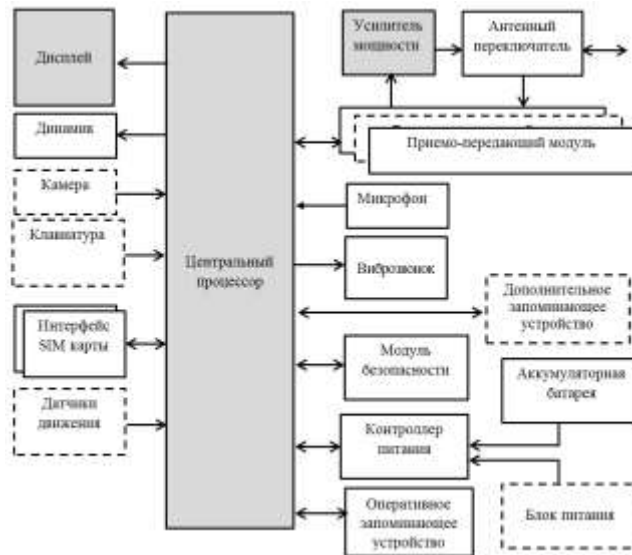


Рис. 2. Структурная схема мобильного телефона

Мощность, потребляемая конкретным модулем при работе пользователя с приложением, определяется по формуле

$$P_{i \hat{a}} = \begin{cases} I_{i \hat{a}} \cdot U_{i \hat{a}}, & \text{а} \hat{a} \hat{e} \hat{e} \hat{i} \hat{d} \hat{e} \hat{d} \hat{a} \hat{a} \hat{i} \hat{o} \hat{a} \hat{i} \hat{d} \hat{e} \hat{e} \hat{i} \hat{a} \hat{a} \hat{i} \hat{e} \hat{y} \hat{i} \hat{a} \hat{o} \hat{e} \hat{u} \hat{c} \hat{a} \hat{a} \hat{e} \hat{n} \hat{o} \hat{a} \hat{i} \hat{a} \hat{i} \\ 0, & \text{а} \hat{a} \hat{i} \hat{d} \hat{e} \hat{a} \hat{i} \hat{i} \hat{n} \hat{e} \hat{o} \hat{a} \hat{a} \end{cases} \quad (3)$$

где $I_{\text{мод}}$ – ток, потребляемый модулем, мкА; $U_{\text{мод}}$ – напряжение, требуемое для питания модуля, В.

При эксплуатации мобильного телефона большинство пользователей, как правило, не задумываются о том, какие модули включены в текущий момент времени. Наиболее энергозатратными модулями являются центральный процессор, дисплей и усилитель мощности.

Энергия, потребляемая процессором, в основном, зависит от его частоты и количества ядер, задействованных в процессе работы приложения.

Следует отметить, что современные мобильные телефоны могут быть оборудованы программными средствами автоматического управления частотой процессора. Данные средства позволяют при небольших нагрузках на центральный процессор уменьшать его тактовую частоту на 15–30 % от максимальной величины для экономии энергопотребления мобильного телефона [3]. Необходимость внедрения подобных средств обусловлена тем, что даже в режиме ожидания процессор мобильного телефона продолжает обрабатывать информацию по причине автономной работы различных приложений (Facebook, Skype, синхронизация созданных файлов с облачным хранилищем данных, ожидание звонков, обновление установленных приложений и т. д.).

Проведенные исследования позволили определить рациональные значения частоты работы процессоров в зависимости от режимов работы телефона (табл. 1).

Таблица 1. Рекомендуемые настройки частоты процессора в зависимости от режимов работы

Режим работы	Рекомендуемое значение частоты работы процессора, МГц
Рабочий режим	1000–1200
Отключение экрана	400–600
Уменьшение заряда до 15 %	400–600
Использование игровых приложений	800–1200
Использование аудио- и видеоприложений	400–500

Дальнейшее уменьшение частоты работы процессора нецелесообразно, так как в этом случае создаются определенные неудобства при взаимодействии пользователя со средством связи, обусловленные увеличением времени ожидания ответа от реализации заданных человеком команд. Энергия, потребляемая дисплеями, зависит от его размера, разрешения, технологии изготовления, а также яркости подсветки, продолжительности использования, фона отображаемой заставки.

В табл. 2 приведены результаты сравнительного анализа значений потребляемой мощности различными типами экрана в зависимости от отображаемой заставки.

Таблица 2. Результаты сравнительного анализа значений потребляемой мощности различных типов экранов

Тип экранов	Вид отображаемой заставки				
					
	Потребляемая мощность, мВт				
Жидкокристаллические дисплеи TFT-LCD	738	176,25	90,75	146,25	126,75
Дисплеи на органических светодиодах AMOLED	224,17	224,17	224,23	224,24	224,25

Из табл. 2 видно, что в случае использования темного фона жидкокристаллические экраны потребляют меньше энергии, чем дисплеи на органических светодиодах. При использовании преимущественно светлого фона потребление жидкокристаллических экранов возрастает в 3,3 раза. Энергия, потребляемая усилителем мощности, зависит от применяемых протоколов передачи сообщений и расстояния от места приема сигнала до базовой станции. С целью снижения потребления энергии и уменьшения продолжительности воздействия телефонов на пользователей, на предприятиях разрабатываются различные меры, которые описаны в работе [4].

Следует отметить, что в настоящее время на рынке услуг связи предлагаются мобильные приложения, которые позволяют экономить заряд батареи. Например, «Battery Doctor», «DU Battery Saver & Widgets», «Juice Defender», «BetterBatteryStats», «Tasker» и др. [5]. На основе результатов анализа этих приложений определено, что они отличаются только дизайном и способом предоставления пользователю собранной статистической информации о количестве потребляемой энергии телефоном при его работе в различных режимах и с различными приложениями. Учитывая предоставляемую графическую информацию, пользователь может самостоятельно менять настройки телефона, отключая различные приложения и тем самым увеличивая время автономной работы.

Вместе с тем программы адаптивного управления режимами работы мобильных приложений не были выявлены. Авторами сформулирована задача по разработке подобной методики, применение которой может привести к минимизации потребления энергии основных модулей телефона. Основные этапы методики заключаются в следующем.

1. Использование экономичного режима работы телефона (отключение звука клавиш, уменьшение яркости экрана, применение темного фона).
2. Настройка автоматического отключения экрана по истечении минимально допустимого времени бездействия.
3. Адаптивная настройка яркости экрана в зависимости от времени суток, положения устройства, условий освещения, типа работающих приложений, заданного времени отключения экрана.
4. Автоматическое включение режима «Авиа» («В самолете») на период времени отдыха пользователя. Этот период необходимо задавать в специализированных настройках мобильного телефона.
5. Ручное отключение ненужных пользователю режимов работы устройства («умный жест», «умная прокрутка»).
6. Отключение неиспользуемых режимов передачи данных (Bluetooth, WiFi, GPS, NFC);
7. Удаление неиспользуемых приложений, в первую очередь тех, для работы которых требуется соединение с Интернетом;
8. Оптимизация режимов обновления приложений.

Заключение

На основе предложенной методики разработано специализированное приложение для мобильных телефонов, использование которого позволяет адаптивно управлять

их настройками. В результате предварительного тестирования этого приложения установлена возможность увеличения на 30–50 % продолжительности автономной работы мобильных телефонов, на которых оно используется. В ходе последующих испытаний разработанного приложения планируется установить зависимости энергопотребления мобильных телефонов от условий их эксплуатации.

Список литературы

1. Что такое емкость аккумулятора? Методика ее расчета [Электронный ресурс]. – URL: <http://220volt.com.ua/news/useful/что-такое-емкость-аккумулятора-методика-ее-расчета.html> (дата обращения: 23.05.2017).
2. Ni-Cd и Ni-MH аккумуляторы: история, описание и правильное использование [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ladoshki.com>. (дата обращения: 20.03.2017).
3. Василенко Д.М. Методы снижения потребления энергии современными портативными устройствами [Электронный ресурс]. – URL: http://kit-e.ru/articles/circuit/2005_06_224.php (дата обращения: 23.05.2017).
4. Мордачев В.И. Системная экология сотовой радиосвязи. Минск: Изд. центр БГУ, 2009. 319 с.
5. Лучшие приложения для смартфона по экономии заряда батареи [Электронный ресурс]. – URL: http://www.thg.ru/software/prilozheniya_dlya_smartfona_zaryad_batarei/print.html. (дата обращения: 15.06.2017).

References

1. Chto takoe emkost' akkumuljatora? Metodika ee rascheta [Electronic resource]. – URL: <http://220volt.com.ua/news/useful/что-такое-емкость-аккумулятора-методика-ее-расчета.html> (access date: 23.05.2017).
2. Ni-Cd i Ni-MH akkumuljatory: istorija, opisanie i pravil'noe ispol'zovanie [Electronic resource]. – URL: <http://www.ladoshki.com>. (access date: 20.03.2017).
3. Vasilenko D.M. Metody snizhenija potreblenija jenerгии sovremennymi portativnymi ustrojstvami [Electronic resource]. – URL: http://kit-e.ru/articles/circuit/2005_06_224.php (access date: 23.05.2017).
4. Mordachev V.I. Sistemnaja jekologija sotovoj radiosvjazi. Minsk: Izd. centr BГУ, 2009. 319 s.
5. Luchshie prilozhenija dlja smartfona po jekonomii zarjada batarei [Electronic resource]. – URL: http://www.thg.ru/software/prilozheniya_dlya_smartfona_zaryad_batarei/print.html. (access date: 15.06.2017).

Сведения об авторах

Утин Л.Л., к.т.н., доцент, начальник кафедры связи Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Лыньков Л.М. д.т.н., профессор, профессор кафедры защиты информации Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Бойправ В.А., аспирант кафедры защиты информации Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Сабериан М.А., аспирант кафедры защиты информации Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Information about the authors

Utsin L.L., PhD, associate professor, head of the communications department of the Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Lynkov L.M. D.Sci, professor, professor of information security department of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Boiprav V.A., PG student of information security department of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Saberian M.A., PG student of information security department of Belarusian state university of informatics and radioelectronics.

Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,
Минск, ул. П. Бровки, 6,
Белорусский государственный
университет информатики и радиоэлектроники
тел. +375-29-119-30-29;
e-mail: ullktn@mail.ru
Утин Леонид Львович

Address for correspondence

220013, Republic of Belarus,
Minsk, P. Brovka st., 6,
Belarusian state university
of informatics and radioelectronics
tel. +375-29-119-30-29;
e-mail: ullktn@mail.ru
Utsin Leanid L'vovich