

Отслеживание доступной оставшейся энергии автономного источника питания является критичным для всех приборов с батарейным питанием. Потребление энергии зависит от температурной и эксплуатационной «истории» такого прибора. Для защищенных регистраторов iButton модификаций DS1922/DS1923 значительная часть этих данных становится доступной автоматически при их использовании по прямому назначению – выполнение мониторинга температуры. Этот документ показывает, как оценить истраченную в течение рабочей сессии энергию батареи, а также как использовать программу OneWireViewer для сохранения данных о степени разряда батареи в памяти любого регистратора iButton (логгера).

Мотивировка – зачем это нужно знать

Надежность переносного оборудования зависит от состояния батареи питания. Самое лучшее оборудование не может правильно функционировать при разряженной батарее. Для перезаряжаемых элементов питания, как в мобильных телефонах, «продвинутые» мониторы батарей стали нормой. Существует ли метод определения оставшейся емкости для обычных батарей? В случае с регистраторами iButton, как можно узнать, хватит ли энергии батареи для обеспечения следующей сессии?

Предварительные замечания

Батареи теряют энергию с течением времени из-за потребления ее самим автономным устройством во включенном состоянии и из-за саморазряда (старения). Оба этих процесса сильно зависят от температуры. Увеличение температуры ведет к увеличению потребления энергии. Начальная емкость батареи, ее температурная «история» и скорость разряда в течение сессии – вот все необходимые данные для оценки оставшейся емкости батареи. Начальную емкость батареи питания в мА·ч можно узнать из ее паспорта (Data Sheet). Таким образом, остается получить данные температурной «истории» автономного устройства и значение его тока потребления.

Поскольку любой из защищенных регистраторов iButton очень мал (дисковый, похожий на таблетку корпус MicroCAN с толщиной 5,89 мм и диаметром по внешней кромке 17,35 мм весом 3...5г), температура встроенной в него батареи практически равна значениям, сохраненным в течение сессии. Собственное потребление электронных узлов, входящих в состав логгеров DS1922/DS1923 и энергия, потребляемая при осуществлении температурного преобразования, определяются из характеристик, данных производителем. Имея эту информацию, можно оценить оставшуюся емкость батареи, при соблюдении следующих дополнительных условий:

Условие	Пояснение
Не используется режим старта регистрации при достижении температурой порога	При использовании этого режима температурные преобразования все равно осуществляются, но их результаты не регистрируются. Хотя Счетчик Всех Отсчетов инкрементируется при каждом преобразовании, значения температуры не записываются в память, и потребляемая при этом энергия не может быть определена (учтена).
Режим кольцевого буфера (roll-over) отключен	Если данный режим активирован, регистратор будет перезаписывать новые данные поверх старых, тем самым уничтожая часть температурной «истории», данные которой необходимы для определения потребленной энергии.
Часы Реального Времени остановлены, если логгер не используется	При комнатной температуре в течение трех минут Часы Реального Времени потребляют примерно столько же энергии, как одно 8-разрядное преобразование температуры. Эта порция энергии, конечно, очень мала, однако, если Часы Реального Времени проработают 1 месяц, потребленная энергия будет эквивалентна 15000 преобразований.
Логгер хранится при комнатной температуре, когда не используется	Саморазряд батареи и ток утечки увеличиваются при температуре выше 45°C
Нет принудительных температурных преобразований	Хотя при таких преобразованиях Счетчик Всех Отсчетов инкрементируется, потребляемая при этом энергия не может быть определена (учтена). Энергия, истраченная на одно принудительное преобразование очень мала по сравнению с энергией, потребляемой работающими Часами Реального Времени или потреблением логгера при высоких температурах.

Математическое обоснование

После установки параметров рабочей сессии логгер записывает время начала сессии и запускает внутренний таймер, контролирующий временной интервал между отсчетами. По истечению этого

интервала осуществляется температурное преобразование и его результат сохраняется в буфере последовательных отсчетов. Таймер автоматически перезапускается, и этот процесс продолжается до окончания сессии (рис.1). Все временные интервалы одинаковы.

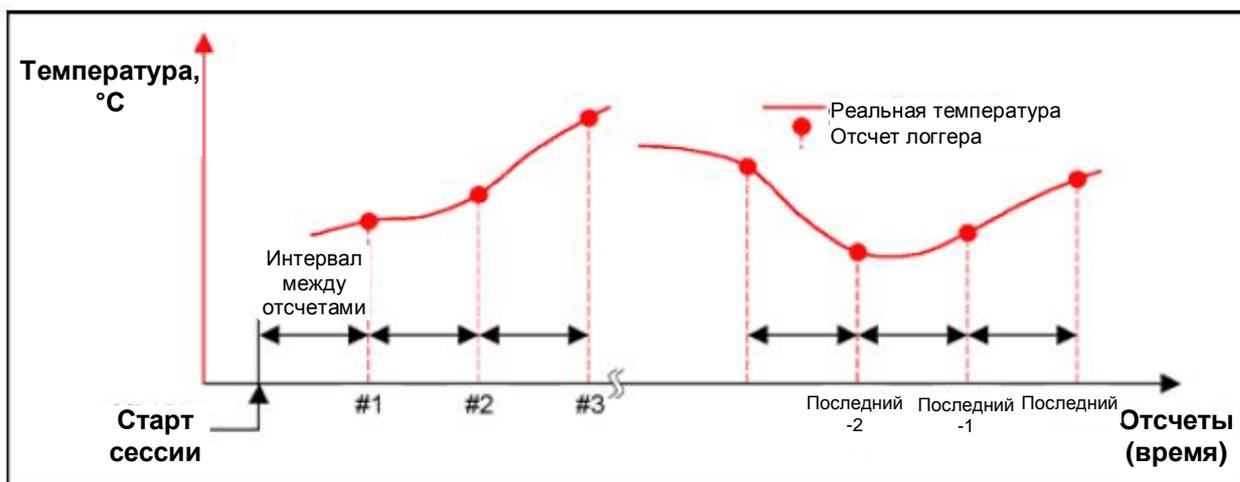


Рис.1. Регистрация температуры

Емкость батареи, потребленная в течение сессии, может быть вычислена следующим образом. Для всех отсчетов в сессии и для каждого интервала между отсчетами следует следующий алгоритм:

1. Определить зарегистрированное значение температуры.
2. Определить постоянный ток потребления при этой температуре и умножить его на продолжительность интервала между отсчетами (Рис. 2). Полученное значение является энергией, затраченной на работу Часов Реального Времени и потерянной из-за саморазряда.
3. Определить энергию, затраченную на преобразование при этой температуре (Рис.3), и прибавить это значение к значению энергии, отбираемой постоянным током потребления в течение интервала.
4. Просуммировать результаты, полученные для каждого интервала.

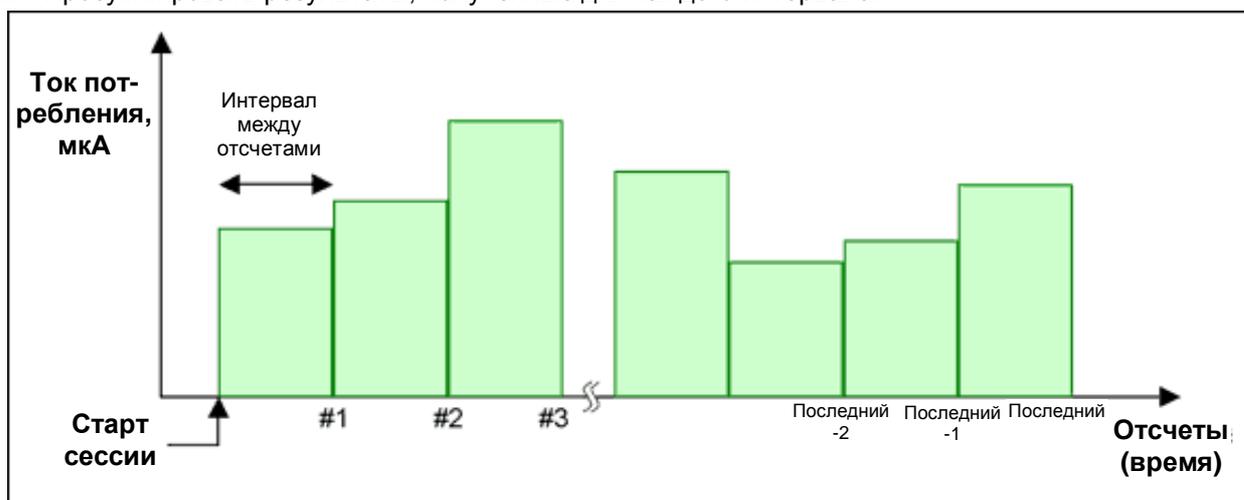


Рис.2. Предполагаемый ток потребления в течение интервала выборки

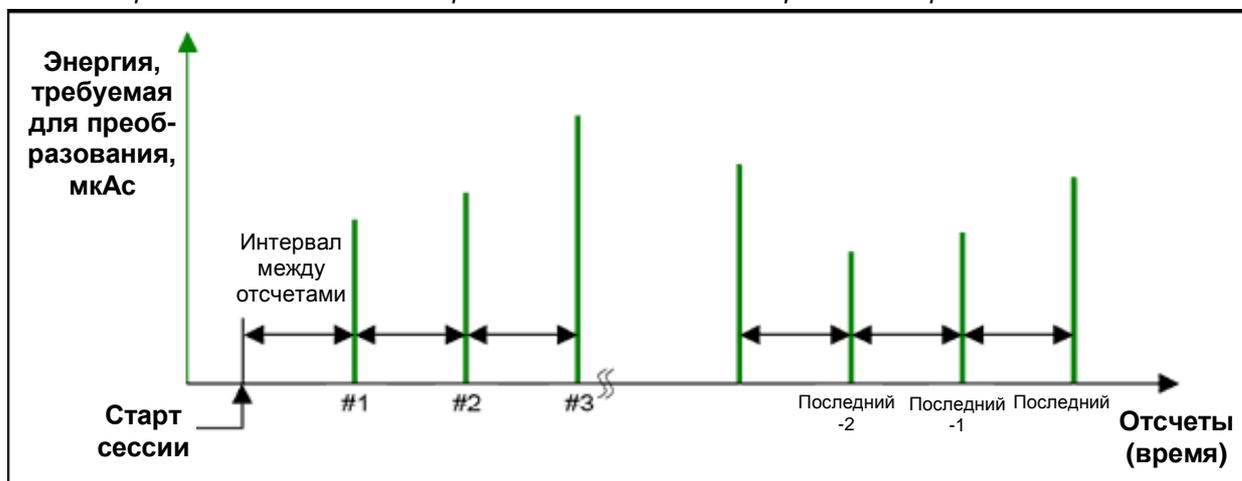


Рис.3. Энергия, затраченная на преобразование при каждом отсчете

Как можно видеть из рис. 2, ток потребления в течение интервала предполагается постоянным. Математически такой метод эквивалентен методу оценки интегралов/площадей с помощью правых прямоугольников (высоты определяются крайними правыми точками интервалов). Существуют и другие методы интегральных оценок, такие, как использование среднего значения из двух соседних отсчетов (средней точки), способ трапеций, правило Симпсона, которые дают более точные результаты. Сумма положительных и отрицательных погрешностей, вызываемых методом прямоугольников, стремится в среднем к нулю, если температура колеблется возле одного и того же значения. Поэтому, в данном случае выбран этот простой метод.

Используя более короткие интервалы между отсчетами, можно также понизить ошибку интегрирования. Нижний предел интервала определяется продолжительностью сессии и доступным объемом памяти буфера последовательных отсчетов. Более короткие интервалы увеличивают часть израсходованной энергии, связанную с преобразованиями. Для сохранения энергии, период выборки должен быть выбран, исходя из наибольшей скорости изменения температуры объекта при его нагреве или охлаждении. Если, например, температура объекта не может измениться быстрее, чем на 1 градус за час, целесообразно выбрать интервал между выборками, равный 30 минутам.

Применение теории

Математическая модель, описанная выше, используется в макросе **Электронные Таблицы Степени Разряда - Gas Gauge Spreadsheet**, который специально подготовлен специалистами компании Dallas Semiconductor для популярного пакета электронных таблиц Excel от Microsoft. Его можно загрузить через Интернет по следующей ссылке: http://www.maxim-ic.com/images/appnotes/3761/3761Gas_Gauge.zip. Документ содержит две справочные таблицы – для регистраторов модификаций DS1922L/DS1923 и для регистраторов модификации DS1922T, а также две таблицы для вычислений. На рис. 4 показан скриншот таблицы вычислений для DS1922L/DS1923. Пользователь вводит данные в желтые поля, при этом результаты отображаются в бирюзовых полях. Неокрашенные поля содержат номер образца или промежуточные данные, такие, как результаты преобразований и энергия, израсходованная в каждом временном интервале. Для 11-разрядных преобразований температуры, табличное значение энергии, расходуемой на одно преобразование, умножается на 8. Энергия, потребляемая при преобразовании влажности, является температурнезависимой величиной. Значение в поле *Total Mission Charge (Полная Энергия, Потраченная В Сессии)* в мкАс является суммой значений энергий за каждый отдельный интервал, количество которых индицируется в поле *Mission Samples (Количество Отсчетов В Сессии)*. Таблица для DS1922T аналогична показанной, за исключением функции регистрации влажности.

Используя закладку Mission программы OneWireViewer, сделайте следующее:

- После окончания периода регистрации остановите сессию кнопкой **Disable Mission** (закладка Mission, панель Command).
- Затем закладку **Temperature** в панели данных регистратора. На экране появится график зарегистрированных значений температуры.
- Наведя курсор мыши на поле графика, нажмите правую кнопку мыши. В открывшемся меню выберите пункт «Copy Data to Clipboard without Labels» и нажмите левую кнопку мыши.
- Теперь откройте соответствующую таблицу вычислений в **Электронных Таблицах Степени Разряда**.
- Выберите ячейку для первого температурного отсчета и выполните команду **Paste (Вставить)**. Полное содержимое буфера последовательных отсчетов скопируется в электронную таблицу.
- Откройте закладку **Status** в панели данных регистратора.
- Скопируйте значение временного интервала между отсчетами (**Sample Rate**), выраженное в минутах, в поле **Sampling Interval**, а количество отсчетов в сессии (**Mission Sample Count**) в поле **Mission Samples** электронной таблицы.
- Если значение параметра **Temperature Logging** во вкладке **Status** равно 0,0625, значит в течение сессии использовалось 11-разрядное преобразование температуры. В этом случае введите TRUE в поле **11-bit Resolution** электронной таблицы. Значение параметра **Temperature Logging** 0,5 определяет 8-разрядное разрешение. Если в течение сессии также регистрировалась влажность, введите TRUE в поле **Humidity Logging** таблицы.

Теперь поле **Total Mission Charge** таблицы показывает оценочное количество энергии, израсходованной в течение сессии.



Рис. 4. Пример Электронной Таблицы Степени Разряда

Значение в поле **Remaining Charge (Оставшаяся энергия)** верно лишь в том случае, если было введено правильное значение в поле **Previous Charge (Энергия, оставшаяся после предыдущей сессии)**. Для первой сессии еще не работавшего регистратора, номинальное значение **Previous Charge** составляет 48 мАч, именно это значение по умолчанию предустановлено в электронной таблице. После определения количества энергии, израсходованного в течение сессии, результат удобно сохранить в пользовательской памяти конкретного логгера для которого был выполнен расчет. Наиболее легко сделать это с помощью закладки *File* программы OneWireViewer. После первой сессии создайте файл, например, CHRG.0 и введите в режиме набора ASCII-кодов надпись «Энергия батареи 47,975 мАч» следом за датой. Запишите содержимое файла в пользовательскую память регистратора, теперь эти данные будут находиться всегда непосредственно в информационном поле конкретного логгера, что позволит вычислять оставшуюся энергию его элемента питания при последующих сессиях индивидуально для каждого отдельного эксплуатируемого устройства.

Примечание: Для регистраторов модификаций DS1922L и DS1923 рассчитанные значения энергии, израсходованной в течение сессии, отличаются от данных графиков срока службы устройств, приведенных в Data Sheets на регистраторы этих модификаций не более, чем на 1% для всех температур и периодов выборки. Для регистраторов модификации DS1922T это отличие не превышает 2% для периодов выборки минута и более, и температур +50°C и выше. Оценки для периодов выборки менее минуты и температур ниже +50°C, являются на 10% более оптимистичными, по сравнению с данными графика, приведенного в Data Sheet на регистратор этой модификации. Причина такого расхождения – меньший саморазряд батареи регистраторов модификации DS1922T и математические упрощения, сделанные в электронной таблице.

Заключение

Используя несложные математические выкладки, можно отслеживать энергию, потребляемую регистратором iButton в течение обрабатываемой им сессии. Подход, описанный в этом документе, показывает концепцию, которая легко может быть интегрирована в автоматическую систему сбора данных, накопленных подобными логгерами. Знание оставшейся емкости батареи и оценка количества энергии, необходимой для следующей сессии, дает пользователю возможность до конца расходовать энергию неизвлекаемых батарей регистраторов, таким образом уменьшая общие затраты на осуществление мониторинга.