Способ анализа данных трёхканального измерительного устройства, обеспечивающий достоверность информации

Почебут Д.В.
к.т.н.

Сахнов М.Ю.
к.т.н., ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева», г. Железногорск, Красноярский край

Аннотация

Рассматривается способ (алгоритм) обработки информации, которая поступает из трехканального измерительного устройства. Указанный способ применяется для анализа данных из сервисной электроники литий-ионной аккумуляторной батареи космического аппарата. Он позволяет обеспечить достоверность информации перед ее дальнейшим использованием, а также повысить отказоустойчивость системы электропитания.

Ключевые слова: анализ данных; измерительное устройство; достоверность информации; система электропитания; аккумуляторная батарея.

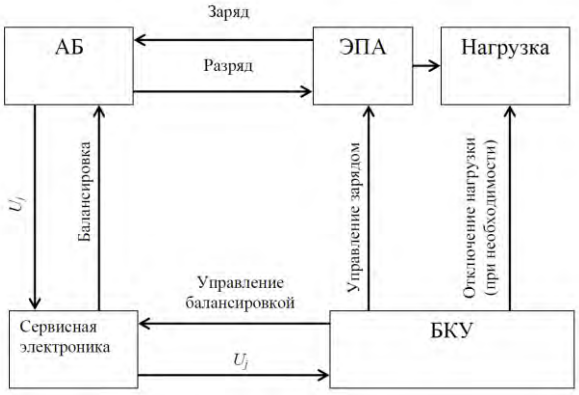
Введение

Космические аппараты (КА) нового поколения разработки ОАО «ИСС» комплектуются литий-ионными аккумуляторными батареями (АБ). В процессе штатной эксплуатации АБ в составе КА решаются следующие задачи:

– управление процессом заряда;
– периодическое выравнивание емкости аккумуляторов АБ (балансировка);
– защита от переразряда, недопустимого документацией.

Литий-ионные аккумуляторы обладают четкой функциональной зависимостью напряжения от емкости. Как следствие, для эксплуатации АБ такого типа потребовалось производить измерения напряжения каждого аккумулятора U_j с высокой точностью. С этой целью была разработана и введена в состав системы электропитания КА сервисная электроника. Ее взаимодействие с бортовой аппаратурой КА упрощенно показано на рис. 1.

Как видно из рис. 1, бортовой комплекс управления (БКУ) выдает управляющие воздействия на основании значений напряжений аккумуляторов. Поэтому к данным значениям предъявляются весьма жесткие требования по достоверности.



АБ – аккумуляторная батарея, ЭПА – энергопреобразующая аппаратура, БКУ – бортовой комплекс управления

Рис. 1. Упрощенная структурная схема взаимодействия между сервисной электроникой и бортовой аппаратурой КА

Выбор концепции обеспечения достоверности информации

С целью выполнения требований технического задания по надежности, разработчики сервисной электроники предусмотрели три независимых канала для контроля напряжений аккумуляторов (с учетом одного возможного отказа). Каждый канал работает как самостоятельное измерительное устройство.

В математической статистике определено понятие медианы – значения случайной величины, приходящегося на середину ранжированного ряда наблюдений [1]. Если крайние наблюденные значения случайной величины оказываются чрезмерно большими или малыми по отношению к остальным, то медиана для оценки центра распределения является более предпочтительной по сравнению со средним арифметическим. Это преимущество медианы реализовано в медианном фильтре, который широко применяется в цифровой обработке изображений [2]. Похожий алгоритм при выбранной архитектуре сервисной электроники довольно просто мог быть реализован посредством её внутреннего программного обеспечения. Здесь в качестве случайной величиной выступает измеряемое напряжение, а наблюденным значением является показание измерительного канала. Сервисная электроника сохраняла бы полную функциональность при отказе одного канала.

С другой стороны, с учетом 15-летнего срока активного существования КА было крайне желательно предусмотреть возможность получения достоверных значений напряжений аккумуляторов в случае нештатной работы сервисной электроники (постоянной или временной потери работоспособности двух каналов).

Таким образом, при выборе концепции обеспечения достоверности информации рассматривались, по сути, два варианта:

1) фильтрация недостоверной информации осуществляется средствами внутреннего программного обеспечения сервисной электроники. В БКУ поступает результат данной проверки;

2) средствами внутреннего программного обеспечения сервисной электроники осуществляется только первичная проверка достоверности информации. Основной алгоритм проверки реализуется в программном обеспечении БКУ.

Выбор варианта производился с учетом следующих критериев:

а) возможность однозначного выявления недостоверной информации в любых режимах работы сервисной электроники (включая нештатные режимы);

б) наличие аппаратных ресурсов, требующихся для реализации алгоритма обеспечения достоверности;

в) возможность оперативной модификации программного обеспечения в случае необходимости;

г) возможность получения наиболее полной информации о функционировании сервисной электроники в течение срока активного существования КА.

Анализ показал, что более предпочтительным по всем данным критериям является второй из указанных выше вариантов.

Реализация выбранной концепции по обеспечению достоверности информации, поступающей из сервисной электроники

В программном обеспечении сервисной электроники и БКУ были реализованы дополнительные меры, облегчающие принятие решения о достоверности информации, которая поступает из сервисной электроники. К ним можно отнести выявление «условно-исправных» измерительных каналов и анализ допустимости применения медианного фильтра.

Для этого программное обеспечение сервисной электроники производит следующие действия:

– осуществляет самодиагностику измерителя параметров аккумуляторной батареи и устанавливает соответствующий флаг;

– подготавливает признак, необходимый для проверки обновления информации (проверки ее актуальности);

– защищает пакеты передаваемой информации контрольной суммой [3].

Основные операции по контролю достоверности информации выполняются программным обеспечением БКУ в два этапа.

1) На первом этапе оцениваются результаты самодиагностики сервисной электроники и выявляются сбои в тракте передачи информации из сервисной электроники в БКУ. Исходными данными для этого этапа являются результаты работы программного обеспечения сервисной электроники (флаг самодиагностики, признак обновления информации, контрольная сумма). Измерительный канал при положительном результате проверки данных параметров считается «условно-исправным», а информация из него впоследствии подвергается проверке на достоверность на втором этапе. Выходом первого этапа является набор (комплект) «условно-исправных» измерительных каналов.

Следует отметить, что соответствующая процедура программы выполняется всякий раз после получения нового пакета данных из сервисной электроники. Тем самым гарантируется, что измерительный канал, восстановившийся после временной потери работоспособности, сможет автоматически снабжать бортовой комплекс управления требуемой информацией. Это повышает «живучесть» системы электропитания КА.

2) На втором этапе выявляется недостоверность результатов измерения, которая может быть обусловлена, в частности, деградацией параметров электрорадиоизделий сервисной электроники. Алгоритм проверки на втором этапе зависит от количества «условно-исправных» измерительных каналов в наборе, полученном на первом этапе (три, два или один).

При наличии трёх «условно-исправных» измерительных каналов вычисляется разница между показаниями пар каналов для напряжения одного и того же аккумулятора (анализируется допустимость применения медианного фильтра). Если разница между показаниями любой пары каналов находится в пределах допуска, то фильтр применяется (т.е. показания двух каналов, имеющие «крайние» значения, отсеиваются, а показание оставшегося канала считается достоверным). В противном случае, для данного аккумулятора отсутствует достоверное напряжение в данный момент времени.

При наличии двух «условно-исправных» измерительных каналов вычисляется разница между их показаниями. Если эта разница находится в пределах допуска, то достоверным можно считать любое из них. В противном случае, для данного аккумулятора отсутствует достоверное напряжение в данный момент времени.

Режим работы сервисной электроники при отказе двух измерительных каналов (наличии только одного «условно-исправного» канала) является нештатным. В этом случае медианный фильтр может оказаться неэффективным. Предлагаемый способ адаптирован и к такому варианту, чем повышает отказоустойчивость системы электропитания КА. Вычисляется разница между суммой напряжений группы аккумуляторов и общим напряжением этой группы, которое также измеряется сервисной электроникой. Алгоритм данной проверки учитывает силу, направление тока и сопротивление контактов байпасных переключателей в силовой цепи АБ. Если вычисленная разница находится в пределах допуска, то напряжения всех аккумуляторов группы считаются достоверными. В противном случае, отсутствуют достоверные напряжения аккумуляторов этой группы данный момент времени.

Отсутствие достоверных значений напряжений части аккумуляторов в данный момент времени не является особо критичным. В случае необходимости, управляющие воздействия могут быть выданы по значениям напряжения других аккумуляторов.

Заключение

Способ, реализованный с целью анализа данных из сервисной электроники, позволил обеспечить возможность выявления недостоверной информации в любых режимах работы сервисной электроники и повысить отказоустойчивость системы электропитания КА без радикального усложнения программно-аппаратной части сервисной электроники.

Литература

1. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2004. 573 с.

2. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений / Т.С. Хуанг, Дж.-О. Эклунд, Г. Дж. Нуссбаумер и др.; Под ред. Т.С. Хуанга: Пер. с англ. М.: Радио и связь. 1984. 224 с.

3. Peterson W.W. & Brown D.T. Cyclic Codes for Error Detection / Proceedings of the IRE. No. 49, 1961. P. 228–235.

Для цитирования:
Почебут Д.В. Сахнов М.Ю. Способ анализа данных трёхканального измерительного устройства, обеспечивающий достоверность информации // i–methods. 2009. Т. 1. № 1. С. 31–34.

Method of data analysis a three-band measuring devices providing the accuracy of the information

Pochebut D.V.
candidate of technical Sciences
Sakhnov M.Yu.
candidate of technical Sciences, JSC "Information satellite systems named after academician M. F. Reshetnev", Zheleznogorsk, Krasnoyarsk region

Abstract
A method (algorithm) for processing information, which comes from the three–channel measuring device. This method is used to analyze data from service electronics Li–ion battery spacecraft. It helps to ensure the accuracy of the information before reuse, and to increase the resiliency of the power system.

Keywords: data analysis; a measuring device; the accuracy of the information; power system; accumulator battery.

References

1. Kremer N. W. Probability theory and mathematical statistics: Textbook for universities. 2–e Izd. Rev. and supplementary M.: UNITY–DANA. 2004. 573 p.
2. Fast algorithms in digital image processing / T.S. Huang, J.O. Eklund, G.J. Nussbaumer and others; ed. by T. S. Huang: TRANS. angl. M.: Radio and communication. 1984. 224 p.
3. Peterson W.W. & Brown D.T. Cyclic Codes for Error Detection / Proceedings of the IRE. No. 49, 1961. P. 228–235.

For citation:
Pochebut D.V. Sakhnov M.Yu. Method of data analysis a three–band measuring devices providing the accuracy of the information // i–methods. 2009. T. 1. № 1. Pp. 31–34.