

ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛО-МАССОГАБАРИТНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ВОЗМОЖНОСТНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ерома А.П

Вятченин Д. А. – канд. филос. наук, доцент

Маломассогабаритные космические аппараты являются неотъемлемой частью множества отраслей деятельности человека: метеорология, навигация, телекоммуникации, дистанционное зондирование Земли, и т.д. В тоже время, вывод на орбиту и поддержание работоспособности космического аппарата, как правило, представляет собой достаточно сложный и дорогостоящий процесс. В связи с этим, важно иметь возможность мониторинга и прогнозирования состояния бортовой аппаратуры.

Целью данной работы является оценка и прогнозирование состояния бортовой аппаратуры системы электроснабжения мало-массогабаритного космического аппарата. На рисунках 1 и 2 представлен пример сигнала напряжения и зарядного тока батареи.

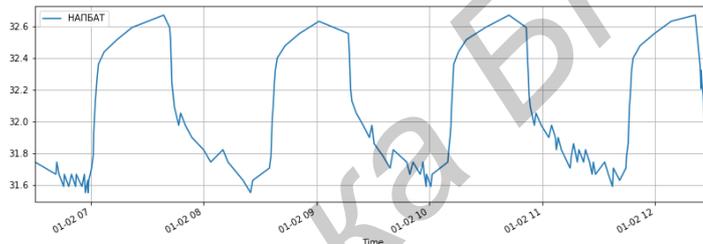


Рис. 1 – Телеметрический сигнал напряжения батареи

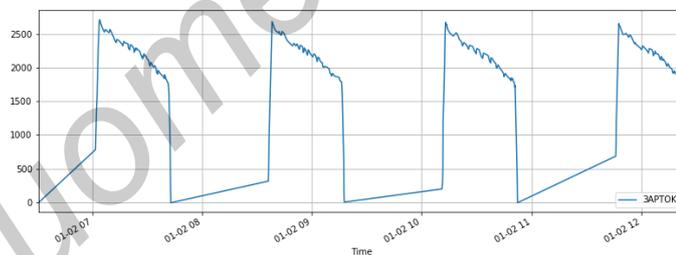


Рис. 2 – Телеметрический сигнал зарядного тока батареи

С учетом специфики входных данных предложена методика обработки телеметрических сигналов, представленная на рисунке 3.

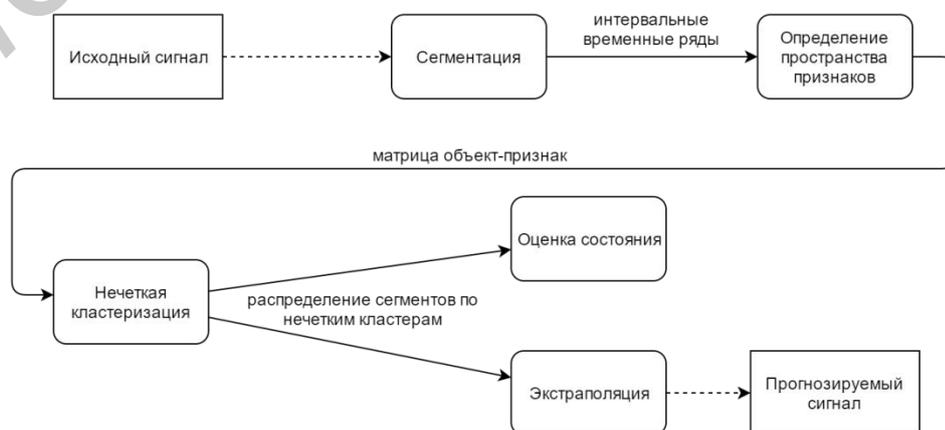


Рис. 3 – Методика обработки телеметрического сигнала

Существуют различные способы сегментации цифрового сигнала, такие, как вейвлет-преобразования [1], динамическая трансформация временной шкалы [2], и другие. В данной работе предложен алгоритм сегментации сигнала на основе конечного автомата, заданного множеством состояний, соответствующих специфическим интервалам входного сигнала, и функцией переходов, что изображено на рисунке 4. Преимуществом данного подхода является невысокая вычислительная сложность.

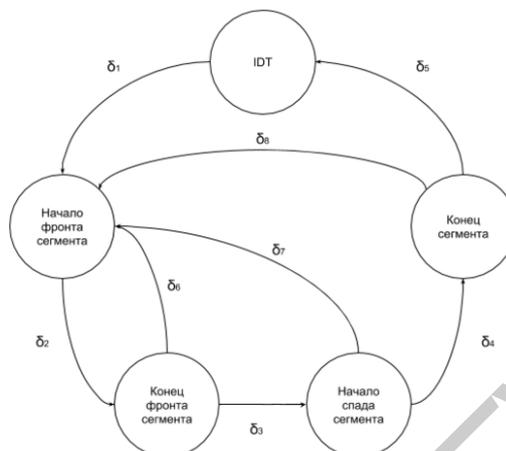


Рис. 4 – Конечный автомат сегментации сигнала

Для определения пространства признаков предложена методика, включающая следующие основные этапы:

1. Разбиение сегмента на интервалы;
2. Подсчет статистических показателей в интервале;
3. Формирование вектора признаков типа: мин/макс значение, медиана, среднее значение, среднеквадратичное отклонение, математическое ожидание.

Целесообразность и эффективность применения методов нечеткой и/или возможностной кластеризации к обработке телеметрической информации была показана в [3] и [4]. В [5] был предложен подход к оценке предельных значений множества наиболее возможного числа нечетких кластеров в искомой кластерной структуре.

В результате кластеризации получено, с одной стороны, разбиение сегментов сигнала по нечетким кластерам, с другой стороны, временной ряд, где в качестве значения выступает сегмент сигнала, что может быть использовано для решения задачи экстраполяции как статистическими методами, так и методы машинного обучения.

В качестве вычислительного эксперимента была произведена сегментация, построение пространства признаков и кластеризация 30 телеметрических сигналов системы электроснабжения мало-массогабаритного космического аппарата.

Таким образом, была разработана методика анализа телеметрического сигнала с целью оценки и прогнозирования состояния бортового оборудования мало-массогабаритного космического аппарата.

Список использованных источников:

1. Tang, Y. Status of pattern recognition with wavelet analysis. / Y. Tang // *Frontiers of Computer Science in China* (2008), 2: 268.
2. Prodromos, E., Achilleas, D. Z. *Technical Analysis for Algorithmic Pattern Recognition* / E. T. Prodromos, D. Z. Achilleas // Berlin: Springer, 2016. – 204 p.
3. Вятчин, Д.А., Хижняк, А.В., Шевяков, А.В. Нечеткая кластеризация и нечеткая математическая морфология в задачах обработки изображений / Д.А. Вятчин, А.В. Хижняк, А.В. Шевяков // Мн: Издательство Военной Академии Республики Беларусь, 2012. – 289 с.
4. Ерома А. П. Обработка телеметрических сигналов на основе эвристических алгоритмов возможностной кластеризации : дисс. ... магистра технических наук : 1-40 80 05 / А. П. Ерома ; науч. рук. Д. А. Вятчин. - Мн.: БГУИР, 2015. - 68 с..
5. Viatchenin, D. A., Yaroma, A., Damaratski, A. Estimation of bounds of the set of potential number of fuzzy clusters in a sought clustering structure / D. A. Viatchenin, A. Yaroma, A. Damaratski // *Communications on Applied Electronics* (2017), 6(2):1-10.