

УДК 629.786.2

Метод косвенной оценки энергопотребления электронагревателей в процессе летной эксплуатации узлового модуля МКС

Савин Леонид Анатольевич^(*)

leonid.savin@sfoc.ru

Федькина Евгения Андреевна

evgeniya.fedkina@rsce.ru

ПАО «РКК «Энергия», Королев, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассматривается метод косвенной оценки энергопотребления системы обеспечения теплового режима (СОТР) узлового модуля (УМ), использующей в качестве активных элементов автоматические электронагреватели. Предложен вариант восстановления недостающих данных в условиях отсутствия непрерывного потока телеметрической информации (ТМИ) с борта Международной космической станции (МКС). Предложенный метод позволяет уточнить реальную потребляемую мощность СОТР УМ, что дает возможность прогнозировать нагрузку на систему электропитания в условиях орбитального полета.

Ключевые слова: автоматическая СОТР, МКС, ТМИ, восстановление данных, потребляемая мощность СОТР

Введение. Активными элементами СОТР УМ являются электронагреватели, работающие совместно с аксиальными тепловыми трубами. Управление работой нагревателей автоматическое посредством автономных электронных переключателей, имеющих предустановленные настройки температур включения / отключения нагревателей. Такое устройство СОТР обеспечивает ее высокую надежность и эксплуатационную пригодность. Но при эксплуатации возникает вопрос оценки электрической мощности, потребляемой такой СОТР на различных участках полета.

Материалы и методы; результаты. Электронные переключатели запитаны постоянно, подключая/отключая электронагреватели в зависимости от температур корпуса. Учитывая, что отдельный датчик включения и/или датчик тока для электронагревателя не предусмотрен, прямая оценка текущей потребляемой нагревателем мощности невозможна. Но, используя взаимное расположение нагревателей и телеметрических датчиков, можно косвенным путем оценить состояние нагревателя (включен / отключен) по показаниям датчика температуры, расположенного на корпусе УМ в непосредственной близости от переключателя, управляющего данным нагревателем. Для иллюстрации на рис. 1 приведены графики температур у трех условных переключателей:

- переключатель 1 не включает «свой» нагреватель в течение всего периода времени;
- переключатель 2 периодически включает / отключает «свой» нагреватель;
- у переключателя 3 нагреватель включен постоянно.

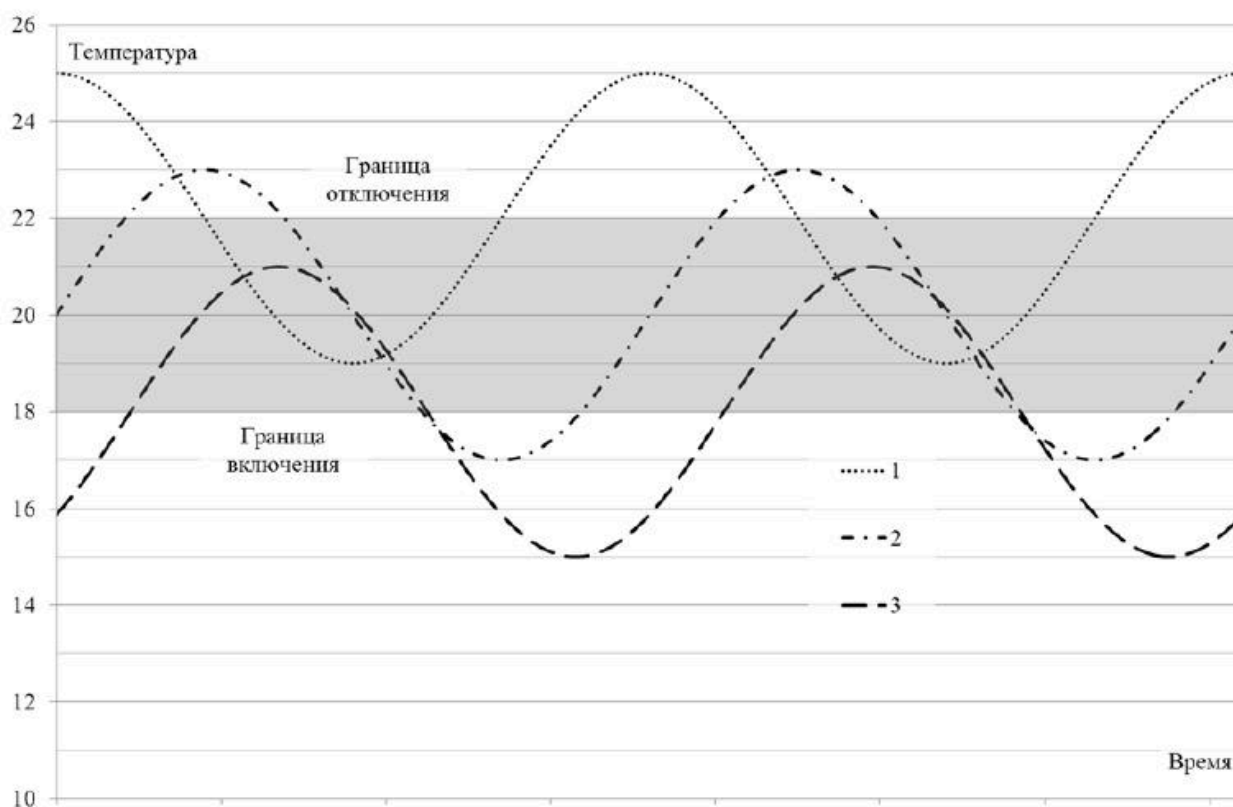


Рис. 1. Графики температур трех условных переключателей

Применение на практике описанного метода оценки состояния нагревателя осложнено следующими причинами.

1. Переключатели имеют допуски настройки границ управления. Это можно учесть, принимая температуру включения нагревателя ниже нижней границы на величину допуска, а температуру отключения выше на величину допуска. Что дает «худшую» оценку, т. е. более продолжительное включенное состояние электронагревателя.

2. Отсутствует возможность непрерывной передачи ТМИ с борта МКС [1], что может привести к существенным ошибкам в оценке состояния электронагревателей. Для восстановления данных [2–4] определяются периодические и аperiodические зависимости температур от текущих баллистических условий и уровня тепловыделения на МКС, основанного на оценке текущего суммарного токопотребления. Зависимости определяются для периодов времени с наличием ТМИ и интерполируются на весь период полета (рис. 2).

Заключение. Анализ архивной ТМИ, начиная с момента времени включения нагревателей после стыковки УМ, и расчет суммарных продолжительностей работы каждого нагревателя с использованием указанного метода восстановления данных позволил в условиях летной эксплуатации подтвердить и уточнить среднюю за виток потребляемую мощность электронагревателей (от 270 до 280 Вт), полученную ранее расчетным путем (не более 300 Вт).

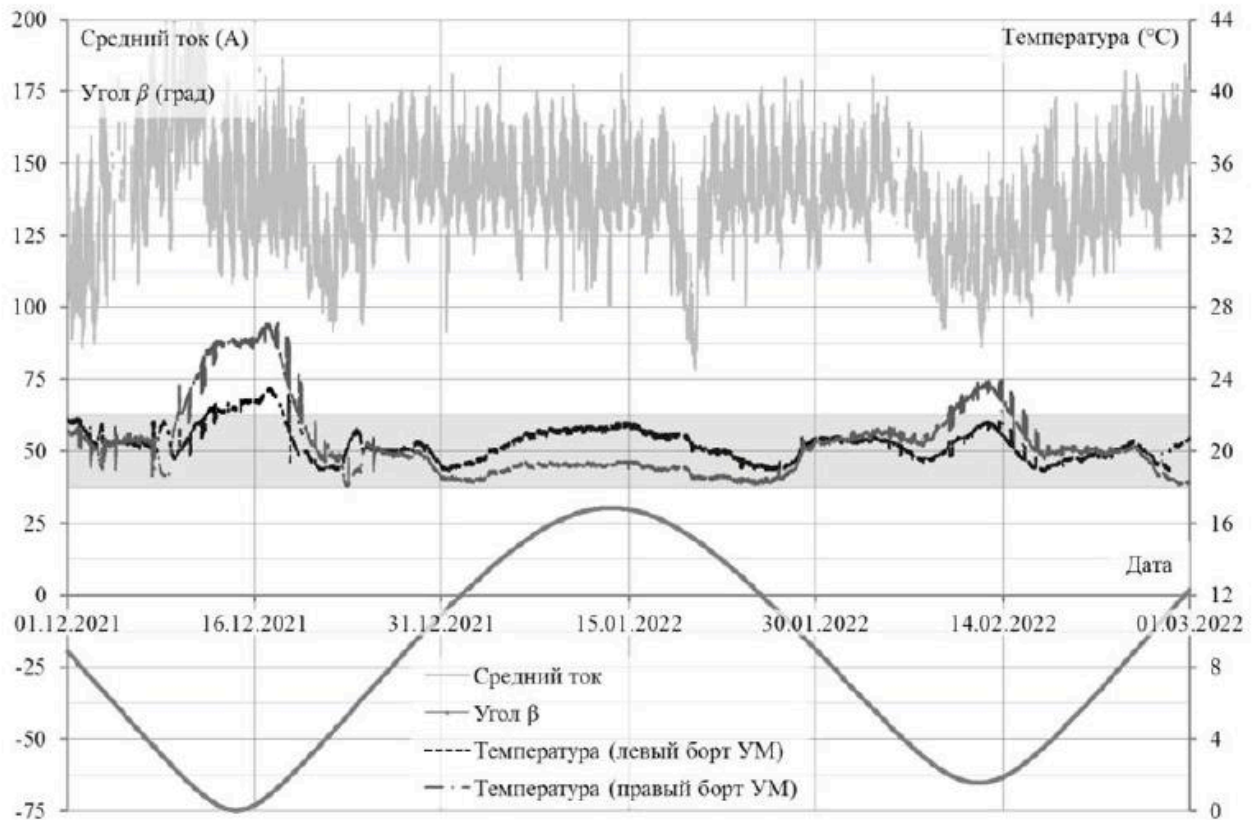


Рис. 2. Периодические и аperiodические зависимости температур от текущих баллистических условий и уровня тепловыделения на МКС

Список источников

- [1] Соловьев В.А., Лысенко Л.Н., Любинский В.Е. *Управление космическими полетами. В 2 ч. Ч. 1.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, 476 с.
- [2] Вапник В.Н. *Восстановление зависимостей по эмпирическим данным.* Москва, Наука, 1979, 448 с.
- [3] Загоруйко Н.Г., Ёлкина В.Н., Лбов Г.С. *Алгоритмы обнаружения эмпирических закономерностей.* Новосибирск, Наука, 1985, 110 с.
- [4] Little R.J., Rubin D.B. *Statistical analysis with missing data.* New York, Wiley, 1987, 430 p.