

ОТРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ НАНОСПУТНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛУНАТУРНОГО ИМИТАТОРА СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ

На сегодняшний день солнечные батареи (СБ) являются одним из самых надёжных и хорошо отработанных способов обеспечения наноспутника энергией.

При использовании СБ в комплексах наземной отработки системы электропитания (СЭП) возникает ряд трудностей, связанных с воссозданием условий космического пространства для обеспечения величин тока и напряжения на выходе панелей идентичных полётным. Для устранения такого рода затруднений в наземных комплексах отработки и испытаний используют, метод полунатурного моделирования, при котором отдельные компоненты СЭП заменяются эквивалентом (имитатором).

В данной работе рассматривается возможный вариант создания имитатора солнечной батареи (ИСБ), который позволит воспроизводить характеристики СБ в реальном времени.

Основной характеристикой СБ является вольт-амперная характеристика (ВАХ), модель которой может быть получена теоретически или экспериментально.

Для создания ИСБ с использованием имитатора Солнца была получена ВАХ одного элемента СБ, фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) (рис. 1).

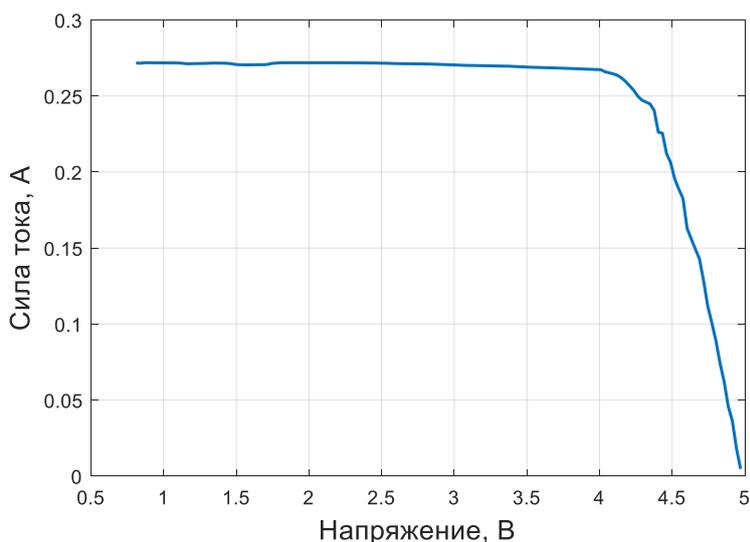


Рис. 1. ВАХ ФЭП

ИСБ представляет из себя стенд с управляемым источником тока, который на входные каналы СЭП подаёт различные значения напряжения в зависимости от силы тока так, как это было бы с реальной СБ. Параметры определяются в соответствии с полученной ВАХ.

Так как ВАХ нагрузки заранее неизвестна, следовательно, неизвестны параметры, при которых происходит работа, необходимо получить их путём подбора. В основе алгоритма подбора лежит гипотеза о монотонности ВАХ нагрузки. Блок-схема алгоритма для удалённого управления источником тока приведена на рис. 2.

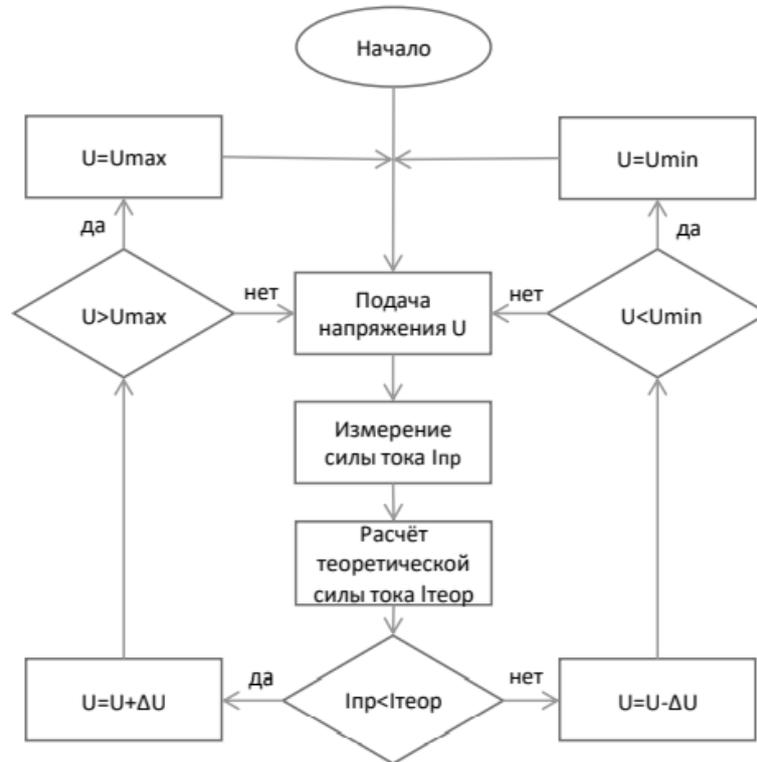


Рис. 2. Блок-схема алгоритма для удалённого управления источником тока

Подбор параметров начинается с минимального значения напряжения, определяемого ВАХ, далее напряжение увеличивается с заданным шагом. При изменении напряжения изменяется и сила тока. Сравнение измеренной силы тока с теоретическим значением на ВАХ при данном напряжении, показывает, соответствует ли данная комбинация параметров той, что может выдавать реальная СБ.

Изменение напряжения происходит пока измеренное значение не совпадёт с теоретическим. Так как на практике это невозможно, алгоритм будет удерживать значения в некоторой окрестности теоретической точки.

Полученная в результате эксперимента ВАХ представляет собой дискретный набор значений. Шаг дискретизации мал в сравнении с полным диапазоном, в котором лежит характеристика, поэтому для получения промежуточных значений может быть использована линейная интерполяция:

$$f(x) = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(x - a), \text{ при } a \leq x \leq b, \quad (1)$$

где a, b – ближайшие к исследуемой точке узлы слева и справа соответственно, $f(a), f(b)$ – значение функции в этих узлах соответственно, x – аргумент, для которого необходимо вычислить значение функции.

Таким образом, недостающие значения силы тока определяются по формуле (1). Результат подбора напряжения и силы тока, подаваемых источником тока показан на рис. 3.

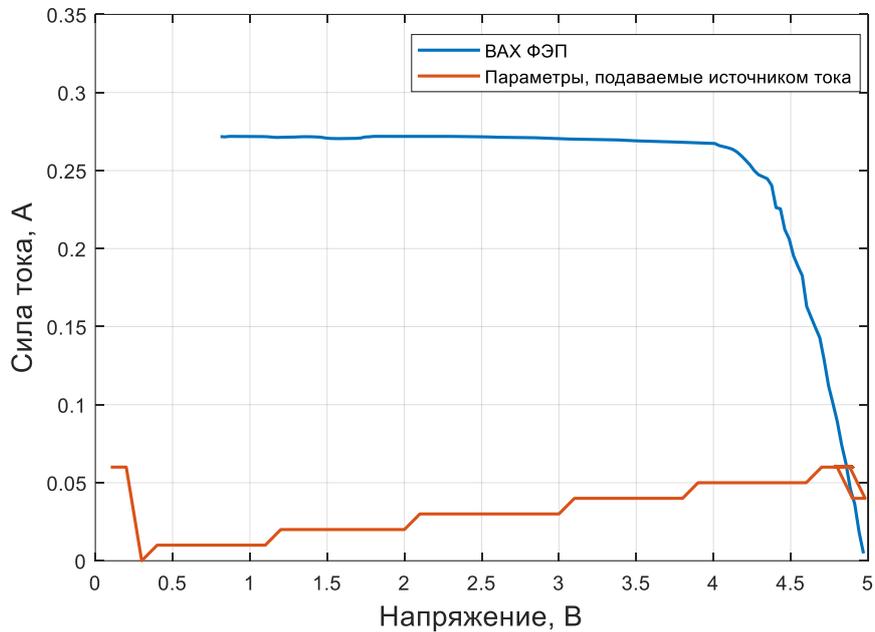


Рис. 3. Результат подбора параметров, подаваемых источником тока

Стоит отметить, что эквивалентное сопротивление входного канала СЭП на наноспутнике не постоянно в течение времени эксплуатации. На рис. 4 показано, как будет осуществляться подбор напряжения и силы тока при изменении сопротивления.

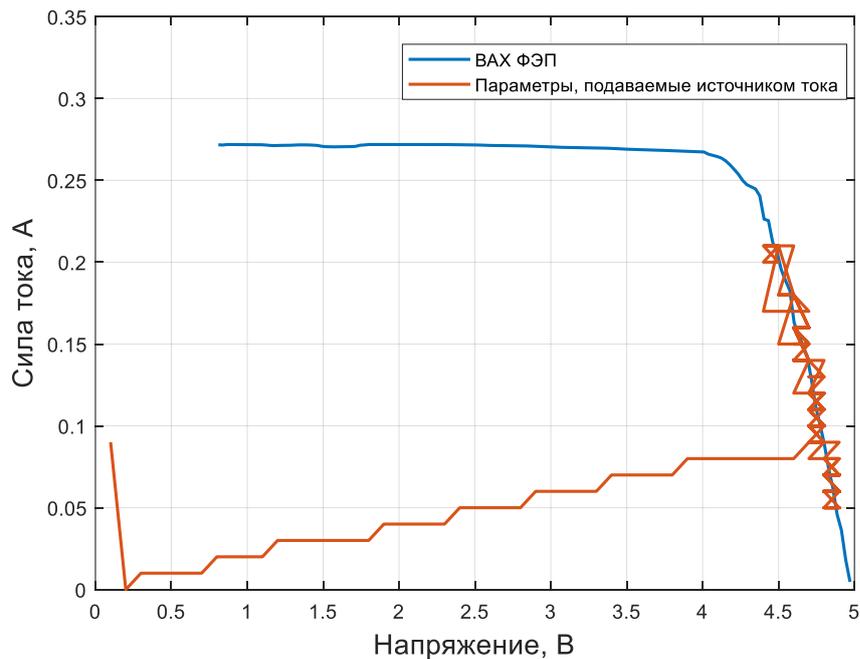


Рис. 4. Результат подбора параметров, подаваемых источником питания, при изменении сопротивления

Если расположенная на одной стороне наноспутника СБ состоит из нескольких последовательно соединённых ФЭП, необходимо значения напряжения с ВАХ умножить на коэффициент равный количеству ФЭП, входящих в состав СБ.

Таким образом, разработанный алгоритм удалённого управления источником тока для имитации СБ позволяет подбирать и подавать на входные каналы СЭП параметры, соответствующие её ВАХ. Также алгоритм имеет функцию защиты с заданными предельными значениями параметров.

Основным ограничением при использовании данного алгоритма для имитации параметров СБ является скорость изменения выходных параметров управляемого источника тока. Лучшие показатели можно получить при использовании управляемого источника питания, у которого скорость изменения выходных параметров выше, чем скорость обновления в схеме слежения за точкой максимальной мощности в СЭП наноспутника.

Работа выполнена в рамках проекта 0777-2020-0018, финансируемого из средств государственного задания победителям конкурса научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России.

УДК 629.78

Крамлих А.В., Колесникова М.А., Рылько Д.В., Полухина Е.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ НАНОСПУТНИКА SAMSAT-ION

Введение

Наноспутник SamSat-ION, разработанный на межвузовской кафедре космических исследований Самарского университета, предназначен для изучения ионосферы и магнитосферы Земли. Для этих целей на наноспутнике (НС) SamSat-ION установлен датчик параметров плазмы и высокоточный магнитометр на выносной штанге. Для пространственно-временной привязки научных измерений будет использоваться двухчастотный навигационный приёмник собственной разработки, работающий по сигналам глобальной

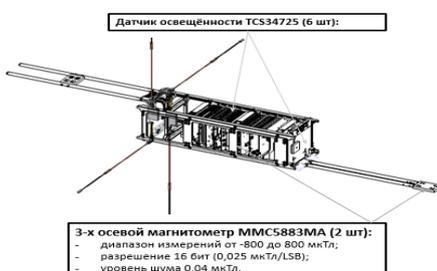


Рис. 1. Измерительные средства НС SamSat-ION, используемые в задаче определения ориентации