

## Экспериментальное исследование эффективности энергоотдачи солнечных батарей «CUBESAT»

Прыгов А.Н., Зубенко А.А.

Научный руководитель: Гормаков А.Н., к.т.н., доцент кафедры ТПС  
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: pryg1992@mail.ru

Основной задачей исследования было, экспериментальное определение эффективности выработки энергии солнечными батареями [1] при различной ориентации корпуса «CubeSat» относительно источника светового излучения.

Для исследования был собран макет спутника (рис.1а). В качестве преобразователей световой энергии были использованы солнечные батареи Solar Panel Cell Solar: 80x85 мм; 6V; 0,8W.

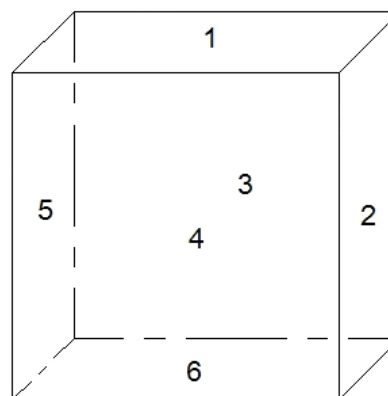
Макет спутника 1 (рис.1а) представляет собой куб с размером ребра 100 мм. Каждая панель солнечных батарей была пронумерована (рис.1б).

Макет спутника был установлен на специальном поворотном кронштейне (рис. 1а), который обеспечивает ему две вращательные степени свободы [2]. Во время проведения первого эксперимента ориентация макета относительно источника света изменялась только по зенитному углу, а во время второго эксперимента - одновременно как по зенитному так и по азимутальному углам.

В качестве источника освещения использовалась обычная люминесцентная лампа и уличный дневной свет. Расстояние от установки до лампы 65 см. Напряжение с каждой солнечной батареи измерялось поочередно с помощью мультиметра (Mastech my61).



а



б

Рисунок 1 - Макет «CubeSat» с панелями:

а - общий вид экспериментальной установки: 1 - макет спутника, 2 - кронштейн поворотный;  
б - схема расположения солнечных панелей на макете спутника: 1 - верхняя грань; 2 - правая боковая; 3 – задняя грань; 4 - передняя грань; 5 - левая боковая; 6 - нижняя грань

Макет поворачивался по зениту и азимуту в пределах от 0 до 90 градусов с шагом 10 градусов. На рисунке 3 представлены графики зависимостей напряжения на выходе каждой из шести солнечных панелей от углового положения относительно источника света, снятие данных проходило при лампе дневного света. Расположение солнечных панелей на макете соответствует расположению на (рис.1а), при этом, расположение источник света расположен перпендикулярно верхней грани макета.

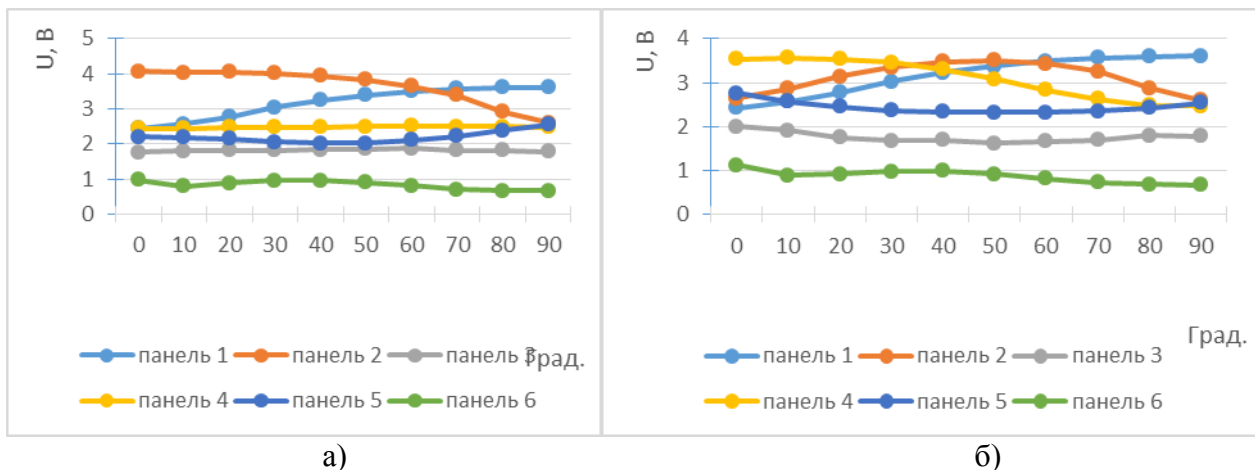


Рисунок 3 - Графики зависимости напряжения от угла при лампе дневного света: а) по зениту; б) по зениту и азимуту одновременно

Затем был произведен эксперимент по снятию напряжения с солнечных батарей, но уже под открытым небом при дневном освещении (рис. 4).

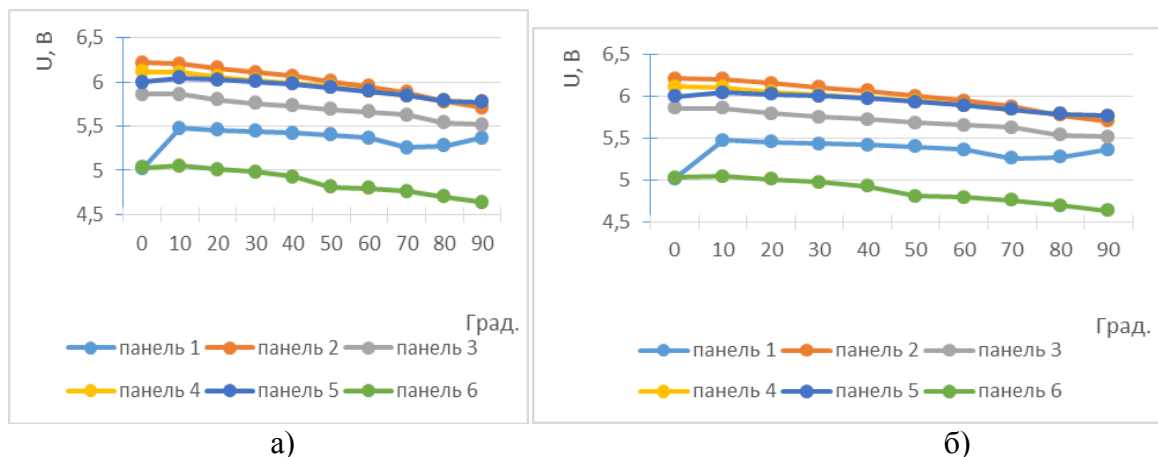


Рисунок 4 - Графики зависимости напряжения от ориентации панелей макета на Солнце при сплошной облачности: а) по зениту; б) по зениту и азимуту одновременно

Для оценки эффективности выработки энергии всеми панелями солнечных батарей CubeSat произведено суммирование напряжений (рис.5) с каждой панели соответствующего угловых положений, в обоих условиях проведения эксперимента при обычной люминесцентной лампе и при дневном свете соответственно. В эксперименте 3 и 4 были сняты данные при повороте макета по зениту и зениту азимуту соответственно в уличных условиях и их суммарная зависимость от угла показана графически (рис.5 б.)

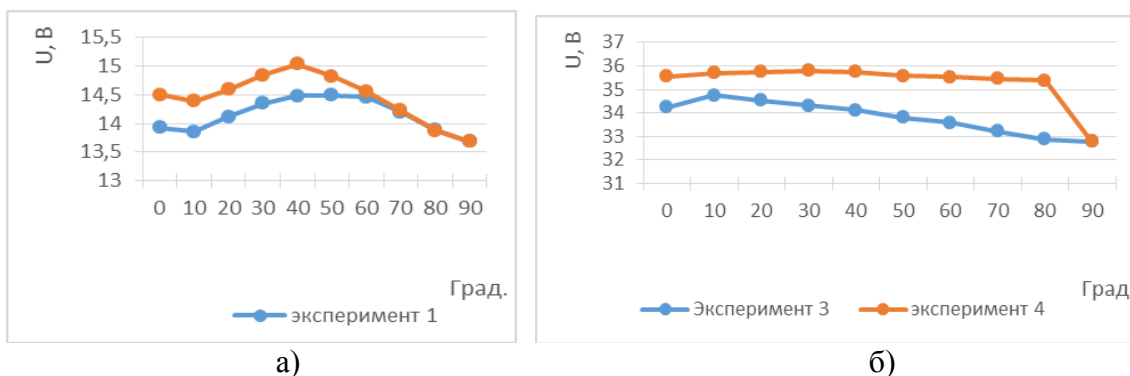


Рисунок 5 - График зависимости суммарных напряжений от угла:

а) источник света - лампа дневного света; б) источник света – Солнце при сплошной облачности

Из экспериментальных данных видно, что при перпендикулярном расположении одной из панелей солнечных батарей макета относительно источника света, эта солнечная батарея выдает наибольшее напряжение. Однако, суммарное напряжение со всех панелей при этом меньше чем, при повороте макета на определённый угол, так как в таком положении другие панели получают больше света.

При изменении только зенитного угла максимальная суммарная выработка энергии (рис.5, а) имеет место при угле 40-45 град. При проведении эксперимента в условиях сплошной облачности, свет рассеянный. При этом явно выраженного экстремума (рис.5, б) не наблюдается.

Список литературы:

1. Система энергоснабжения космического аппарата. [электронный ресурс] - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Эффективность использования солнечных батарей при различной ориентации малого космического аппарат формата «CUBESAT» Бояхчян А.А. [электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2015/854/12148>, свободный. – Загл. с экрана.

### Оптимизация испытания на поиск резонансных частот прибора космического аппарата с использованием программного комплекса Ansys

Рузанов А.В., Фёдоров Р.А.

Научный руководитель: Костин А.В., начальник отдела  
АО «РКЦ «Прогресс», Россия, 443009, г. Самара, ул. Земеца, 18  
E-mail: sun-track@mail.ru

В условиях повышенного государственного интереса к развитию космической отрасли, создания новых проектов и модернизации производства, актуальной задачей является повышение надёжности конструкций приборов космических аппаратов при минимальных затратах на их изготовление.

Надёжность конструкции подтверждается её испытаниями. Недостатки конструкции, обнаруженные на этапе испытаний, приводят к её доработке и повторению испытаний, что может дорого обходиться предприятию. К примеру, стоимость изготовления и испытания одного крупногабаритного прибора может достигать нескольких миллионов рублей.

Для оптимизации конструкции и подтверждения её надёжности до этапа изготовления в АО «РКЦ «Прогресс» используются системы конечно-элементного компьютерного моделирования, в частности, Ansys Mechanical.