

УКД 629.78

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ВЫБОРА ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГОПИТАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Письмаров А. В., Волоцуев В. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

На сегодня существует проект низкоорбитальной космической станции с вытянутым вдоль продольной оси космического аппарата (КА) корпусом в форме призмы. В качестве одного из основных требований является создание ориентации КА в полёте таким образом, чтобы площадь минимального сечения была минимальной. Солнечные батареи КА размещаются на боковых гранях корпуса КА и силовых аэродинамических поверхностях (рис. 1).

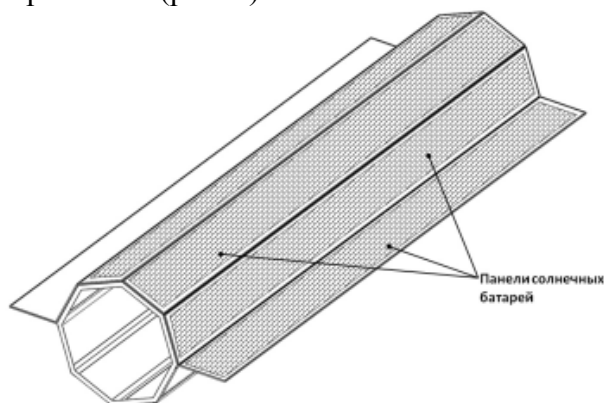


Рис. 1. Размещение солнечных батарей на КА

Цель работы заключается в разработке алгоритма построения циклограммы энергопитания и энергопроизводства электрической энергии на борту КА.

Для выбора оптимальных геометрических характеристик с учётом требуемой энергии на КА будем рассматривать следующую расчётную схему, представленную на рисунке 2. Изменяя диаметр поперечного сечения и длину КА нужно добиться требуемой энергетики при допустимой силе лобового сопротивления, а также габаритами под обтекателем РН.

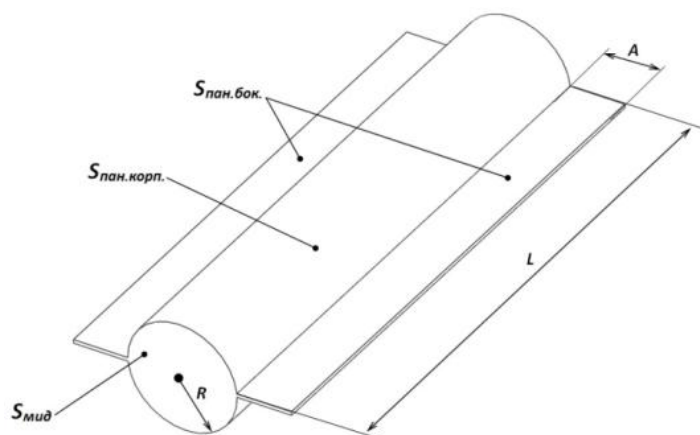


Рис. 2. Расчётная схема КА

Для определения среднесуточной электрической мощности, получаемой от солнечных батарей, используется выражение

$$N_{cp.cym} = N_{yд.СБ} \cdot S_{СБ} \cdot \cos\alpha_{cp}, \quad (1)$$

где  $N_{cp.cym}$  – среднесуточная электрическая мощность от солнечных батарей, Вт;  $N_{yд.СБ}$  – удельная электрическая мощность солнечных батарей, Вт/м<sup>2</sup>;  $\cos\alpha_{cp}$  – среднеинтегральный косинус угла между нормалью к панели солнечной батареи и вектором, направленным от панели на Солнце, рад.

Общая площадь солнечных батарей для геометрической модели КА на рисунке 2 вычисляется из выражения:

$$S_{СБ} = 2 \cdot S_{пан.бок} + S_{пан.корп} = 2 \cdot A \cdot L + \pi \cdot R \cdot L. \quad (2)$$

Подставив (2) в (1) получим математическое выражение вычисления среднесуточной электрической мощности для геометрической модели КА:

$$N_{cp.cym} = 2 \cdot A \cdot L \cdot N_{yд.СБ} \cdot \cos\alpha_{cp1} + \pi \cdot R \cdot L \cdot N_{yд.СБ} \cdot \cos\alpha_{cp2}, \quad (3)$$

где  $\cos\alpha_{cp1}$  – среднеинтегральный косинус угла альфа для плоской панели солнечной батареи, расположенной перпендикулярно радиальной оси орбитальной системы координат;  $\cos\alpha_{cp2}$  – среднеинтегральный косинус угла альфа для солнечной батареи, выполненной в виде наклеенных на цилиндрический корпус КА фотоэлектрических преобразователей.

Для расчёта потребляемой электроэнергии используется выражение

$$N_{приб} = U(t) \cdot I(t), \quad (4)$$

где  $U(t)$  – напряжение, потребляемое прибором в текущий момент времени, В;  $I(t)$  – сила тока, потребляемая прибором, А.

Разбивая весь период обращения КА по орбите на небольшие участки (шаг интегрирования) задаются дискретно значения силы тока и напряжения для каждого прибора на каждом шаге.

Суммируя полученную потребляемую мощность на каждом интервале времени, подсчитанную по формуле (4), строится циклограмма потребляемой энергии.

Для подсчёта производимой энергии в окно исходных данных задаются параметры солнечной батареи: удельная мощность, площадь солнечной батареи и дискретно задаётся среднеинтегральный косинус угла альфа. Производимая энергия от солнечных батарей подсчитывается по формуле (3), и строится циклограмма мощности.

Чтобы убедиться в оптимальном выборе параметров солнечной батареи, строится циклограмма разности между циклограммой производимой энергии от солнечной батареи и потребляемой приборами энергии. Если она будет уходить в отрицательную часть, это говорит о том, что на данном интервале времени электрической энергии приборам не хватает, и необходимо оперировать характеристиками батареи до тех пор, пока циклограмма не выйдет из отрицательной зоны.