

УДК 629.78(075)

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ВЫБОРА МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ РАДИАТОРОВ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НАБЛЮДЕНИЯ

Шилов Л.Б.<sup>1</sup>, Куренков В.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара.

<sup>2</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет), г. Самара

Одним из условий повышения эффективности работы панелей радиаторов охлаждения (РО) космических аппаратов (КА) наблюдения является установка РО в зонах поверхности корпуса КА, которые минимально подвержены прямому воздействию лучей Солнца. Для определения мест установки панелей РО предложен критерий, представляющий собой минимум относительного времени нахождения РО на Солнце, с учётом сложной пространственной геометрии панелей РО, и изменения углов Солнца в процессе орбитального полёта и программных разворотов КА при целевом функционировании.

Для оценки относительного времени нахождения РО на Солнце, разработаны необходимые математические модели алгоритм имитационного моделирования. Расчётная схема КА представлена на рис. 1. Цифрами 1 и 2 обозначены соответственно радиатор охлаждения конической формы и направление на Солнце; НП – направление полёта. Остальные обозначения поясняются далее.

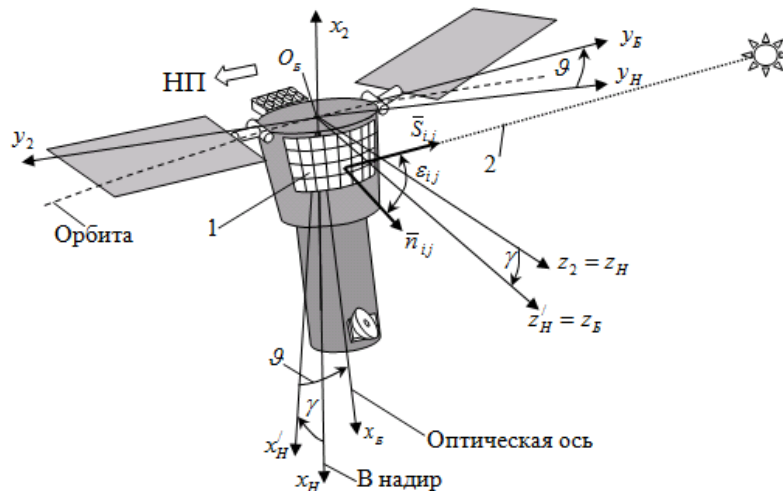


Рисунок 1. Расчётная схема для построения моделей

Суть моделирования заключается в следующем. Площадь анализируемой панели РО разбивается на элементарные площадки, каждая из которых в первом приближении может быть принята за плоскую. Из центра каждой площадки строятся единичные векторы нормали  $\vec{n}_{ij}$  в базовой системе координат (СК) КА  $O_B, x_B, y_B, z_B$ .

На каждом шаге имитационного моделирования орбитального полёта и программных разворотов КА в той же системе координат определяются косинусы углов  $\varepsilon_{ij}$  между единичным вектором направления на Солнце  $\vec{S}_{ij}$  и векторами  $\vec{n}_{ij}$ . Если  $\cos \varepsilon_{ij}$  для какой-то площадки имеет положительное значение, то площадка освещена Солнцем. Далее подсчитывается средний косинус угла  $\varepsilon_{PO}$  для всего радиатора как сумма произведений площадей  $F_{ij}$  освещённых элементарных площадок, делённая на площадь панели РО  $F_{PO}$ .

На последующих циклах расчёты повторяются, и регистрируется накопленное значение произведений среднего косинуса угла  $\varepsilon_{PO}$  на шаг расчёта по времени  $\Delta t$ , которое делится на

текущее время имитации полёта КА  $t$ . Полученное относительное время  $\bar{T}_{PO}$  воздействия Солнца на РО со средним косинусом угла  $\varepsilon_{PO}$  в каждый момент времени имитации полёта КА используется в качестве критериального параметра для выбора мест установки РО. Чем меньше значение этого параметра, тем меньше РО подвержен воздействию прямых лучей Солнца. Формальная запись критерия следующая:  $\bar{T}_{PO} \rightarrow \min$ .

Для имитации разворотов КА при наблюдении наземных объектов используется генератор случайных чисел, который включается через заданное время и задаёт углы тангажа и крена в пределах установленного максимального угла отклонения оптической оси  $O_{БХБ}$  от надира. Перенацеливание осуществляется при нахождении подспутниковой точки КА в световом пятне (в зоне поверхности Земли, которая освещена Солнцем с углом над горизонтом не менее заданного). С момента выхода подспутниковой точки из светового пятна до момента входа КА в тень Земли КА ориентируется в пространстве таким образом, чтобы плоскости панелей солнечной батареи были перпендикулярны направлению на Солнце (для подзарядки аккумуляторных батарей).

На основе данного алгоритма и представленных моделей разработан программный модуль, с помощью которого модернизировано созданное ранее программное обеспечение для оценки целевых показателей эффективности КА наблюдения [1]. Фрагменты пользовательского интерфейса представлены на рис. 2.

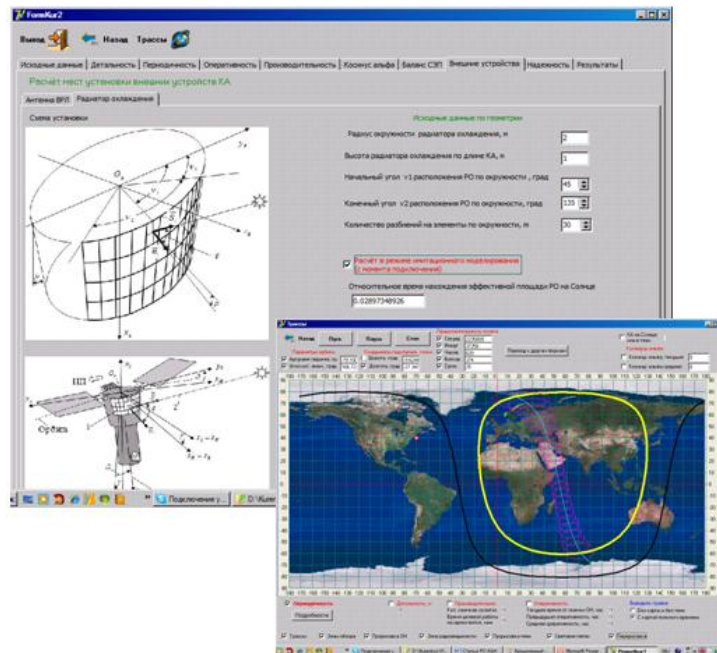


Рисунок 2. Фрагменты пользовательского интерфейса программного обеспечения

Проведена верификация моделей и программного обеспечения. С помощью данного программного обеспечения можно осуществлять оценку относительного времени нахождения панелей РО на Солнце и, по результатам этой оценки, выбирать места установки панелей РО на поверхности корпуса КА.

#### Список литературы

1. Основы устройства и моделирования целевого функционирования космических аппаратов наблюдения: учеб. пособие / В. И. Куренков, В. В. Салмин, Б. А. Абрамов. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 178 с.