

## **Вопросы проектирования и конструкции космических систем**

УДК 629.785:551.506

**Абрамов Б.А., Салмин В.В., Куренков В.И., Кельгин Д.В.**

### **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПРОЕКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НАБЛЮДЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

На начальной стадии проектирования космического аппарата (КА) обеспечение заданных в тактико-техническом задании требований по показателям эффективности космической системы (КС) возможно, как правило, несколькими альтернативными вариантами проекта: состава целевой аппаратуры, конструктивно-компоновочной схемы (ККС), проектных характеристик обеспечивающих бортовых систем, а также расписания применения целевой аппаратуры и обеспечивающих систем. Анализ проектных вариантов и выбор «лучшего» из них сначала производится высококвалифицированными специалистами на основе их опыта работы, интуиции и имеющихся ограничений по массе, габаритам энергопотреблению и т.п. Далее формируются некоторые требования к ККС и бортовым системам КА, на основе которых различные исполнители (проектные отделы) проводят оценку показателей эффективности космической системы. При отклонении расчетных показателей эффективности КС от требуемых в проект вносятся изменения и циклы расчетов повторяются до удовлетворения указанных требований.

С целью ускорения процесса выбора проектных решений на начальной стадии проектирования и формирования обоснованных на численных расчетах начальных требований к ККС и бортовым системам КА желательно использовать программный комплекс, который помог бы специалистам-проектантам при выборе ККС и проектных характеристик КА оперативно оценивать основные показатели эффективности КС и некоторые частные показатели эффективности КА.

Основные трудности при создании программного комплекса связаны с разработкой методического аппарата, математических моделей, алгоритмов и удобного пользовательского интерфейса, с помощью которых возможен расчет сразу нескольких показателей эффективности КС и частных показателей эффективности КА с учетом многочисленных факторов, влияющих на эти показатели, включая учет длительного срока активного существования КА.

За основу принят метод имитационного моделирования полета и функционирования КА и взаимодействия его бортовых систем с другими составными частями КС. Суть моделирования заключается в том, что через определенные промежутки времени имитируются полет КА по орбите и работа целевой аппаратуры, отслеживается состояние бортовых обеспечивающих систем КА и периодически оцениваются показатели эффективности КС с учетом влияющих на них различных факторов.

Разработаны методы, математические модели, алгоритмы и программное обеспечение для оперативной оценки основных показателей эффективности КС: периодичности наблюдения, разрешения на местности (детальности), производительности и оперативности доставки информации с учетом различных параметров орбит и целевой аппаратуры КА, угла Солнца над горизонтом, координат наземных пунктов приема видеoinформации.

Разработаны математические модели, алгоритмы и программное обеспечение

- для оценки текущего и среднего косинуса угла между нормалью к поверхности панелей солнечных батарей и направлением на Солнце как в ориентированном, так и в неориентированном полете:

- для анализа энергобаланса КА в процессе его полета с учетом характеристик процесса заряда буферных батарей в зависимости от ориентации солнечных батарей на Солнце, логики работы зарядных устройств и с учетом расхода электроэнергии бортовыми системами:

для анализа влияния типовых циклограмм работы целевой аппаратуры и бортовых обеспечивающих систем КА с учетом режимов подготовки к съемке, маршрутного режима сканирования объектов съемки, заключительного режима, режима работы бортовой аппаратуры на теневом участке и др

Программный продукт разработан в среде Delphi-6 и имеет удобный интерфейс, которым могут пользоваться исполнители без специальной подготовки в области информационных технологий. Предлагаемые методы, модели и программное обеспечение носят универсальный характер и могут быть использованы при проектировании КС других типов.

На рис. 1- 4 представлены фрагменты программного комплекса, иллюстрирующие пользовательский интерфейс в процессе функционирования программного комплекса, и окна с некоторыми результатами расчета.

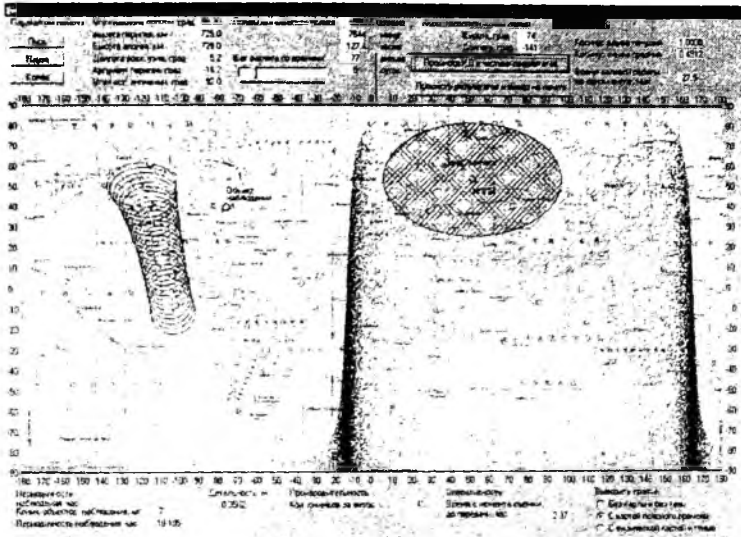


Рис. 1. Окно для отображения объекта наблюдения, трасс полета, зон захвата аппаратуры КА, зон захвата наземных пунктов приема видеоинформации и вывода результатов расчета основных показателей эффективности КС

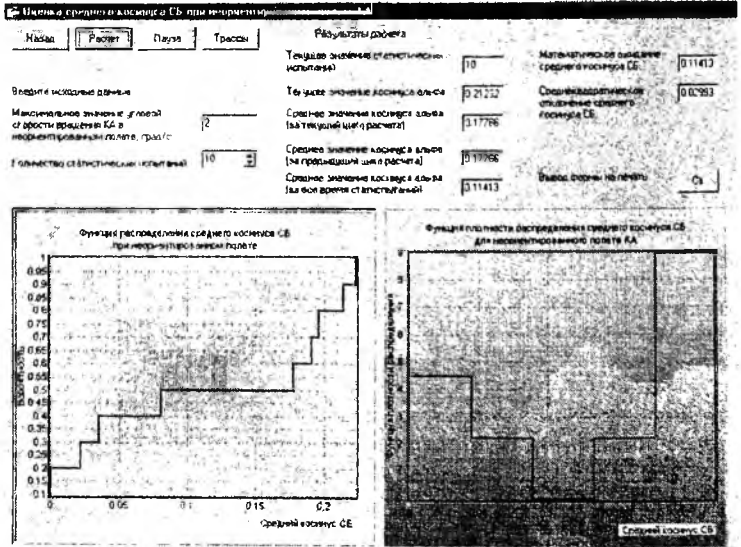


Рис. 2. Окно для оценки среднего косинуса угла между направлением на Солнце и нормалью к поверхности солнечной батареи КА

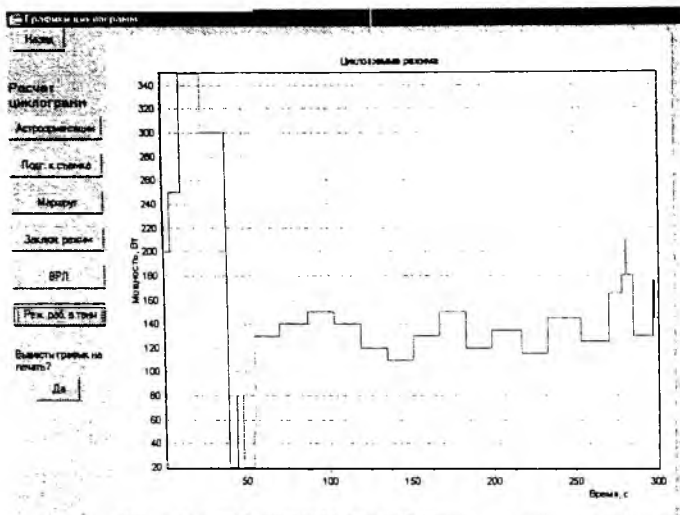


Рис. 3. Окно для иллюстрации графиков циклограмм работы бортовой аппаратуры КА

Параметры СЭП		Введите обязательные исходные данные		Ввод ИД	Расчет
Введите исходные данные по СЭП					
Количество панелей	4	Результаты расчета			Потребляемая мощность, Вт
Ширина панели, м	3.0	Потенциальная мощность (панелей) от ФРП СБ, Вт	0	Режим астроориентации	0
Высота панели, м	3.0	КА находится на вышке	<input checked="" type="checkbox"/>	Режим геод/отопки	0
Целочисленная мощность, Вт/кв.м	169.99	Количество оптоволокнистых объектов на вышке	13	Маршрутный режим	1566
Депрессия $\chi$ , град.	5	Ток в цепи потребления, А	68.703	Защитный режим	0
Поддельный ток нагрузки, А	200	КПД автоматич. потоку заряда ББ	0.9	Перевалка СИИ через ВРП	0
КПД автоматич. потоку разряда	0.9	КПД автоматич. потоку разряда	0.9	Режим танкового участка	0
КПД солнечн. автоматич. и стабилизатор. напряжения	0.9	Средняя мощность собственного энергопотребления СЭП, Вт	100		
Средняя мощность собственного энергопотребления СЭП, Вт	100	Повышенный угол работоспособности СБ, град.	80		
Повышенный угол работоспособности СБ, град.	80	Средняя мощность СЭПР, Вт	170		
Средняя мощность СЭПР, Вт	170				
		Ток заряд. в ББ, А	27.373		
		Ток разряда ББ, А	61.833		
		Зарядка в ББ, А/час	203.16		

Рис. 4. Окно для ввода исходных данных и результатов расчета по системе электропитания