

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИНТЕЗ ПРОЕКТНОГО ОБЛИКА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ВЫСОКОДЕТАЛЬНОГО И ОПЕРАТИВНОГО НАБЛЮДЕНИЯ

В настоящее время наиболее распространенным является подход к синтезу массогабаритных характеристик и проектного облика космических аппаратов (КА) высокодетального и оперативного наблюдения на базе эвристических алгоритмов. Такой подход базируется на опыте работы проектных организаций и интуиции исполнителей. Сначала головной проектный отдел предлагает предварительные компоновочные схемы, а различные отделы-соисполнители проекта рассчитывают массогабаритные, энергетические, целевые и другие проектные характеристики КА. Такого рода расчеты проводятся соисполнителями по "своим" частным программам. Головной проектный уточняет проектный облик КА, а соисполнители проводят пересчет характеристик бортовых систем и конструкции КА с измененными исходными. Узвзка исходных данных и результатов расчета проводится в результате нескольких итерационных циклов.

Недостатками рассмотренного подхода к синтезу проектного облика КА являются.

- отсутствие увязки отдельных программных продуктов, которые используются в различных проектных отделах в единый программный комплекс.
- ограничение по количеству проработанных вариантов компоновки и проектных характеристик КА;
- относительно большое время начального этапа проектирования;
- трудность выбора критериев предпочтения;
- трудности в формализации процесса проектирования для перекладки выполнения трудоемких задач на ЭВМ.

Для устранения указанных недостатков предлагается использовать подход к синтезу КА высокодетального и оперативного наблюдения с четкими критериями проектирования и с использованием современных средств автоматизированного проектирования, увязанными в единый программный комплекс.

Предлагаемый подход к синтезу массогабаритных характеристик и проектного облика КА основан на последовательном наращивании элементов бортовых систем и конструкции КА "вокруг" оптико-электронного телескопического комплекса (ОЭТК), так как для КА вы-

сокодетального и оперативного наблюдения ОЭГК занимает наибольший объем и имеет наибольшую массу по сравнению с массами и объемами других составных частей КА. Выбор и уточнение конструктивно-компоновочной схемы КА проводится с помощью системы твердотельного моделирования.

Компоновка блоков и агрегатов целевой аппаратуры и бортовых обеспечивающих систем проводится в порядке убывания их масс и объемов. Расчет масс, габаритов и энергопотребления каждого добавляемых элементов бортовых систем осуществляется по специальным разработанным моделям, исходя из так называемой фиктивной массы КА (текущего значения массы КА в процессе добавления каждой составной части). Компоновка осуществляется по критерию минимума моментов инерции КА, исходя из необходимости высокой динамичности КА при выполнении программных разворотов. Затем подбирается форма и расположение основной несущей конструкции КА с учетом расположения основных блоков бортовых систем, схемы их установки, передачи усилий и возможности отвода тепловых потоков.

Во втором и последующих итерационных циклах проектирования в качестве фиктивной массы КА используют массу, полученную в конце предыдущего итерационного цикла после добавления масс всех бортовых систем и конструкции КА. Расчет фиктивных объемов и энергопотребления КА производится в процессе расчета масс в той же последовательности. В результате всегда обеспечивается сходимость проекта по массе с минимальным количеством итерационных циклов проектирования.

Выбор и уточнение основных массогабаритных и энергетических характеристик обеспечивающих бортовых систем КА осуществляется на основе итерационных циклов, в которых в зависимости от этапа проектирования используются различные по детальности и точности математические модели. В первом приближении (на начальных этапах проектирования) используются модели, полученные на основе обработки статистических данных по массогабаритным и энергетическим характеристикам целевой аппаратуры, бортовых систем и конструкции КА. Во втором приближении используются регрессионные зависимости с учетом блочного состава бортовых систем, в третьем приближении — модели, разработанные на основе физики работы систем. На последующих этапах проектирования используются более детальные модели, построенные на основе CAD/CAM/CAE технологий.

В частности, разработаны:

математические модели для оценки массогабаритных характеристик оптических электронных телескопических комплексов в зависимости от заданных показателей детализации

сти с учетом спектральных диапазонов наблюдения, их количества, а также с учетом отклонения оптической оси телескопа от направления на надир;

математические модели для оценки массогабаритных характеристик силового гироскопического комплекса в зависимости от заданных показателей производительности КА и максимальной ширины полосы обзора КА;

математические модели для оценки массогабаритных характеристик двигательной установки и запасов топлива в зависимости от заданного срока активного существования КА с учетом необходимых маневров и другие.

Контроль за изменением целевых показателей эффективности космической системы наблюдения (детальности, периодичности, оперативности и производительности), при изменении проектных характеристик КА, осуществляется с помощью разработанного программного обеспечения [1] в режиме имитации полета и целевого функционирования КА.

Разработанное программное обеспечение позволяет также проводить анализ энергобаланса на борту КА с учетом циклограмм работы бортовой аппаратуры и контролировать показатели производительности КА с учетом запасов электроэнергии.

На рис. 1-6 представлены некоторые окна пользовательского интерфейса разработанного программного обеспечения

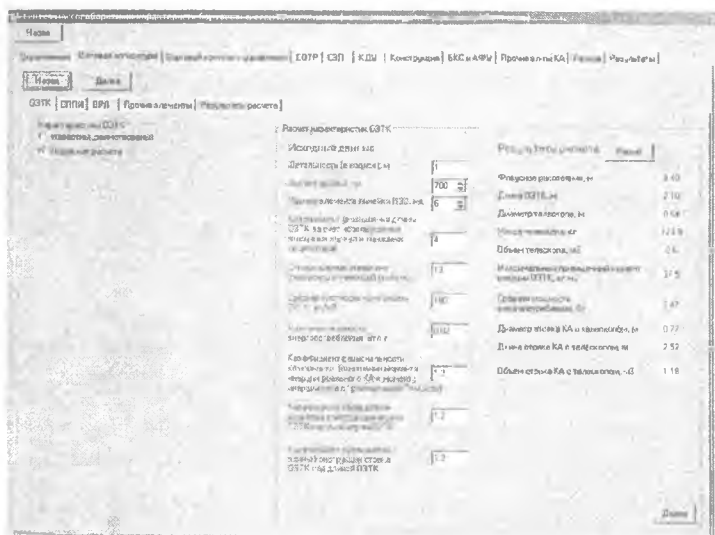


Рис. 1 Окно программного обеспечения для расчета массогабаритных характеристик оптико-электронного телескопического комплекса

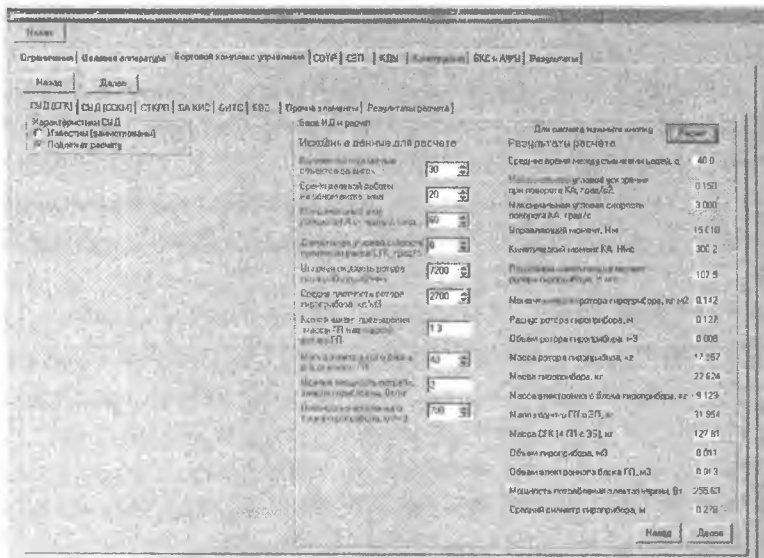


Рис. 2. Окно программного обеспечения для расчета массогабаритных характеристик силового гироскопического комплекса

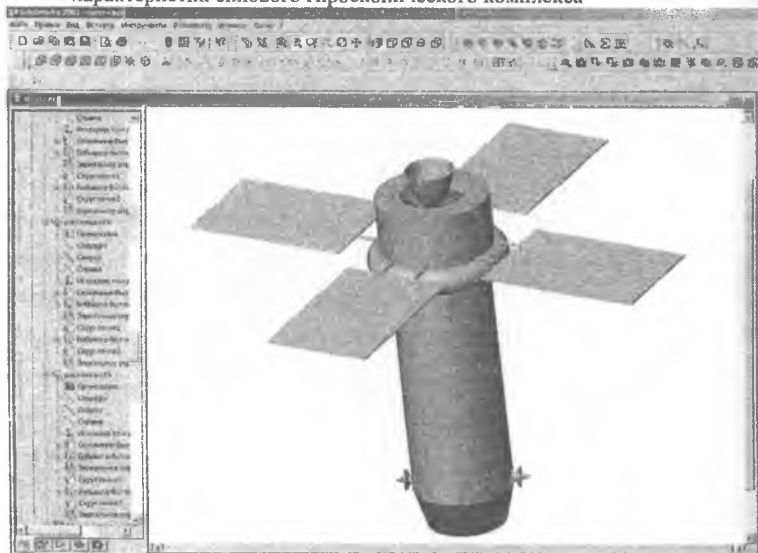


Рис. 3. Окно программного обеспечения, иллюстрирующее возможности построения конструктивно-компоновочной схемы КА

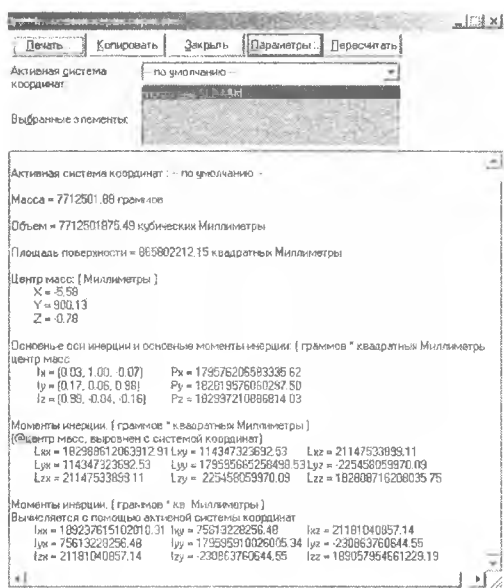


Рис. 4. Окно программного обеспечения, иллюстрирующее возможности измерения массогабаритных и инерционных характеристик КА

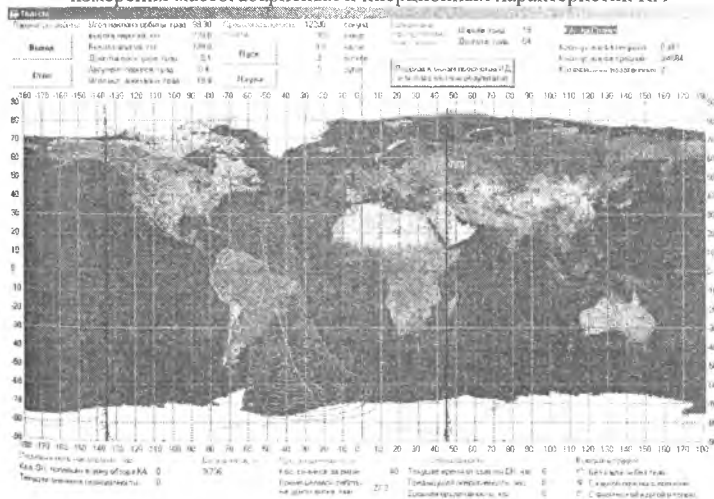


Рис. 5. Окно программного обеспечения для визуального контроля результатов расчета целевых показателей эффективности космической системы

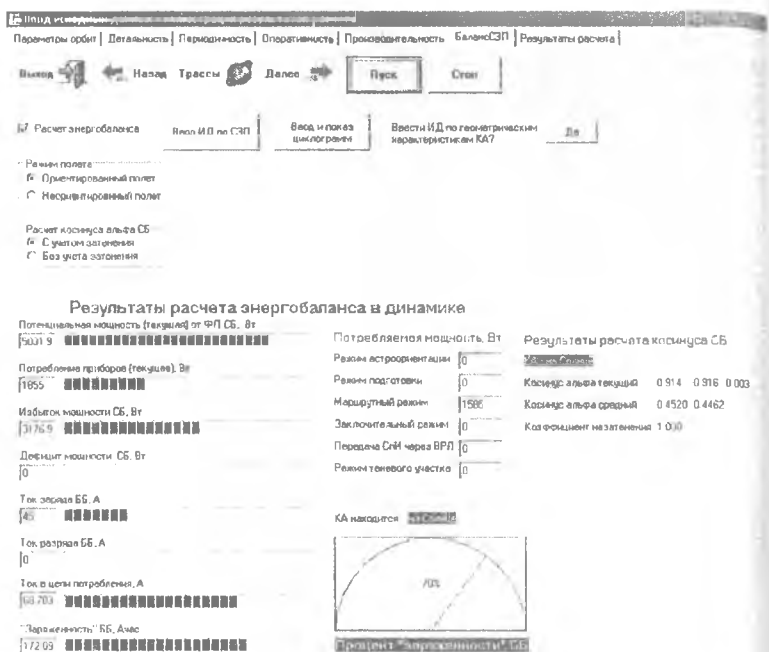


Рис. 6. Окно программного обеспечения для анализа энергобаланса на борту КА с учетом характеристик системы электроснабжения и бортовой аппаратуры

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Абрамов Б.А., Куренков В.И., Салмин В.В. Модели и алгоритмы для проектного анализа показателей эффективности космической системы детального и оперативного наблюдения // Сб. научных трудов ГИИРКЦ «ЦСКБ-Прогресс». – Самара, 2004. – Вып. 3. – С. 39-45.