

РАСЧЕТ МАССОГАБАРИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕЛЕВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Кучеров А.С., Якищик А.А., Куренков В.И.

Самарский государственный аэрокосмический университет

CALCULATION THE MASS-DIMENSIONAL CHARACTERISTICS OF SPACECRAFT TASK EQUIPMENT WITH THE AID OF PROBLEM-ORIENTED SYSTEM

Kucherov A.S., Jakischik A.A., Kurenkov V.I. Samara State Aerospace University. The problem of task-oriented systems development for automated decision the tasks of spacecraft designing is examined. The bundled software developed under Delphi 7 environment in order to solve the problem is described.

В процессе проектирования космических аппаратов (КА) возникает проблема взаимного согласования (увязки) их проектных параметров с минимальными запасами по целевому функционированию, - это требование вытекает из ограничений по массе конструкции, мощности электропотребления, времени выполнения отдельных частных операций и т.д.

Количество переменных и соотношений в математических моделях, описывающих характеристики различных составных частей КА, может быть достаточно большим, что обуславливает возможность различного рода ошибок: несовместность уравнений, составляющих математическую модель проектируемого объекта (КА или его системы), недостаточность исходных данных и т.д.

В настоящее время увязка указанных характеристик, как правило, производится на основе многократных циклов итерации с постоянным уточнением исходных данных и технических заданий на проектирование составных частей космических аппаратов. В общем случае, в результате уточнений постоянно меняется и сам проектных облик КА.

Для ускорения процесса проектирования на его начальных этапах разработана проблемно-ориентированная система автоматизированного проектирования, которая позволяет осуществлять автоматическую проверку корректности и разреши-

мости поставленной задачи и определять последовательность её решения. В основу разработки указанной системы положены методы теории отношений и теории графов.

Разработаны соответствующие алгоритмы и программное обеспечение, проведены его тестирование и верификация используемых моделей. Получены численные результаты синтеза массогабаритных, инерционных и энергетических характеристик КА.

В качестве примера приведем результаты использования разработанной системы для расчета массогабаритных характеристик оптико-электронного телескопического комплекса (ОЭТК) космического аппарата наблюдения. Уравнения, описывающие массогабаритные характеристики ОЭТК, имеют следующий вид:

$$f = \frac{2 \cdot n \cdot \Delta l}{D_{ГЗ}} \cdot H \cdot \cos \vartheta \cdot (1 + tg^2 \gamma + tg^2 \nu);$$

$$l = \frac{B \cdot f}{H \cdot \cos \nu \cdot (1 + tg^2 \gamma + tg^2 \nu)};$$

$$D_{ГЗ} = k_{ГЗ} \cdot l; \quad D_{ОТК} = k_D \cdot D_{ГЗ}; \quad L_{ОЭТК} = \frac{f}{k_f};$$

$$V_{ОЭТК} = \frac{\pi \cdot D_{ОЭТК}^2}{4}; \quad m_{ОЭТК} = \mu_{ОЭТК} \cdot V_{ОЭТК};$$

$$J = \frac{m_{\text{ОЭТК}}}{12 \left(\frac{D_{\text{ОЭТК}}}{2} + L_{\text{ОЭТК}} \right)} \times \left[3 \cdot \left(\frac{D_{\text{ОЭТК}}}{2} \right)^2 \cdot \left(\frac{D_{\text{ОЭТК}}}{2} + 2 \cdot L_{\text{ОЭТК}} \right) + L_{\text{ОЭТК}}^2 \cdot \left(3 \cdot \frac{D_{\text{ОЭТК}}}{2} + L_{\text{ОЭТК}} \right) \right]$$

где f – фокусное расстояние оптической системы наблюдения; n – количество пар элементов, необходимых для идентификации снимаемого объекта; Δl – линейный размер элемента фотоприемного устройства; $D_{ГЗ}$ – диаметр главного зеркала; H – высота полета КА в момент съемки; ϑ – угол тангажа во время съемки; γ – угол крена КА во время съемки; l – необходимая длина линейки приемника с зарядовой связью; B – ширина захвата объекта наблюдения; $k_{ГЗ}$ –

коэффициент превышения диаметра главного зеркала ОЭТК над длиной фотоприемного устройства; $D_{\text{ОЭТК}}$ – диаметр ОЭТК; k_D – коэффициент превышения диаметра корпуса ОЭТК над диаметром главного зеркала; k_f – коэффициент превышения фокусного расстояния (ОЭТК) над его длиной; $L_{\text{ОЭТК}}$ – длина ОЭТК; $V_{\text{ОЭТК}}$ – объем ОЭТК; $m_{\text{ОЭТК}}$ – масса ОЭТК; $\mu_{\text{ОЭТК}}$ – удельная масса ОЭТК; J – приведенный момент инерции ОЭТК.

Для ввода уравнений математической модели в диалоговое окно программного обеспечения всем ее параметрам ставятся в соответствие стандартные идентификаторы согласно следующей табл. 1.

Таблица 1 – Соответствие параметров модели идентификаторам программы

Идентификатор	Параметр модели	Идентификатор	Параметр модели	Идентификатор	Параметр модели
u1	f	u6	ϑ	u11	$m_{\text{ОЭТК}}$
u2	n	u7	γ	u12	J
u3	Δl	u8	l	u13	B
u4	D	u9	$D_{\text{ОЭТК}}$	u14	$L_{\text{ОЭТК}}$
u5	H	u10	$V_{\text{ОЭТК}}$		

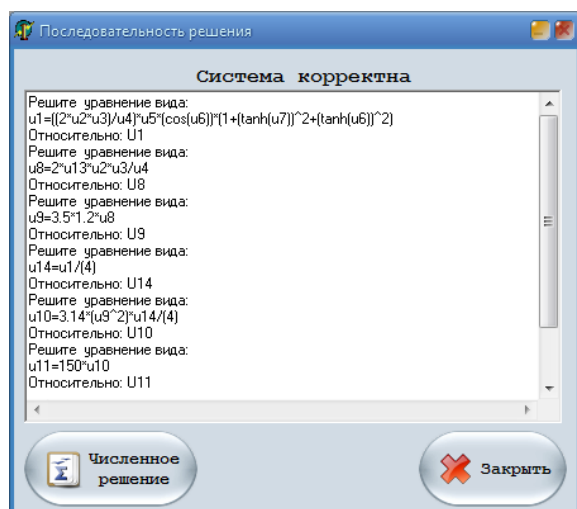


Рис. 1. Результат декомпозиции математической модели

Программа осуществляет проверку корректности введенной математической системы и ее декомпозицию (разделение на системы уравнений или отдельные уравнения, которые решаются независимо от остальных), а также определяет последовательность решения.

После ввода исходных данных осуществляется расчет численных значений искомых параметров (в данном случае – массы, объема и момента инерции ОЭТК).