

АЛГОРИТМ ОБЩЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПАСАЕМОГО РАЗГОННОГО БЛОКА ДЛЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Е.А. Щербакова

Ставится задача общего проектирования спасаемого разгонного блока (РБ) для выполнения геостационарных операций. На базе существующих РБ рассматривается вопрос проектирования специального летательного аппарата (ЛА) для очистки геостационарной орбиты (ГСО) от неработающих искусственных спутников Земли (ИСЗ). В работе проводится предварительный параметрический анализ по критериям экономической эффективности операции, в результате, которого делается вывод о соотношении основных параметров для экономически выгодной проектируемой системы.

Проектирование начинается с проверки технической возможности решения поставленной проблемы. Для этого используются исходные данные, определяющие количество возможных пусков на ГСО (программа пусков), наличие на ГСО отказавших объектов, а также статистические характеристики существующих РБ и их подсистем.

Поставленная конкретная задача анализируется на возможность выполнения операций, поскольку в некоторых ситуациях решение задачи либо невозможно, либо неэффективно.

После формирования общей проектной задачи проводится ее декомпозиция, где рассматриваются следующие подзадачи более низкого уровня:

- задача обеспечения атмосферного торможения спасаемого блока, которая соответствует методике проектирования спускаемого аппарата;
- модель стыковки и сближения орбитальных аппаратов;
- модель межорбитальных операций по сходу с орбиты с использованием метода параболического перехода А. Штернфельда;
- модель обеспечения мягкой посадки, которая соответствует методике проектирования парашютно-реактивных систем.

После проведения внутренней оптимизации параметров по частным критериям вышеуказанных моделей, проводится синтез спасаемого блока или блока для очистки ГСО с полным определением массовых сводок анализируемых объектов.

Определение массовой сводки дает возможность оценить экономическую эффективность проектов.

Варианты, обладающие экономической эффективностью, отбираются для дальнейших проработок, прочие варианты отсеиваются.

Алгоритм общего решения проектной задачи представлен на рис.1 и рис.2.

|

|



№1



$$t_{\text{exp}} \cdot H_{\text{ex}} \cdot \Delta V_t$$

$$V_{\Sigma \text{min}}$$

$$\gamma \cdot K \cdot \theta_{\text{ex}}$$

$$M_{\text{exmin}}$$

$$\Delta V_x, \Delta V_y, \Delta V_z, t$$

$$V_{\Sigma \text{min}}$$



$$V_{\text{exp}} \cdot \delta_{\text{exp}} \cdot S_{\text{exp}} \cdot h$$

$$M_{\text{expmin}}$$



Рис.2 Общая схема алгоритма решения задачи проектирования

В качестве формулы оценки экономической эффективности используется формула, приведенная в учебнике под редакцией В.П. Мишина применительно к многоазовым ЛА.

$$\mathcal{E} = \varphi \cdot \psi \cdot \left(\frac{1}{N} + K_p \right)$$

где:

$\Xi = \frac{\bar{C}_{МЛА}}{\bar{C}_{ОЛА}}$ – отношение удельной стоимости выведения с помощью многоразового аппарата к удельной стоимости выведения с помощью одноразового аппарата.

φ – коэффициент технического совершенства, который является отношением относительной массы полезного груза одноразового ЛА к относительной массе полезного груза многоразового ЛА.

ψ – коэффициент технологического совершенства, который является отношением удельной стоимости килограмма конструкции многоразового аппарата к удельной стоимости килограмма конструкции одноразового аппарата;

N – кратность использования спасаемого блока;

K_p – коэффициент регламентно-восстановительных работ, которые являются отношением затрат на подготовку к повторному использованию спасаемого блока к стоимости самого блока. Диапазон исследуемой кратности использования принимается от 10 до 20.

Поскольку операция спасения предполагает посадку блока в точке старта то коэффициент K_p может быть принят по статистике аппарата Space Shuttle равным 0,25.

Учитывая, что в системе спасения используются только ракетные технологии коэффициент $\psi = 1$.

Таким образом, исследуя область возможных значений коэффициента φ по условию $\Xi < 1$ получается, что экономической эффективностью будут обладать блоки при значении коэффициента $\varphi \leq 3$.

Это означает, что допустимым являются потери $\frac{2}{3}$ массы полезного груза при спасении и повторном использовании РБ.

Представлен алгоритм декомпозиционного решения задачи общего проектирования многоразового разгонного блока по критерию экономической эффективности. Проведена предварительная оценка области возможных значений коэффициентов по указанному критерию.

Список использованной литературы:

1. Мишин В.П., Безвербый В.К., Панкратов Б.М., Щеверов Д.Н. Основы проектирования летательных аппаратов. М: Машиностроение, 1985. 360 с.
 2. Горбатенко С.А. и др. Механика полета. Инженерный справочник. – С.А. Горбатенко, Э.М. Макашов, Ю.Ф. Полишкин, Л.В. Шефтель. М.: Машиностроение, 1969. 420 с.
 3. Зернов В.И., Иванов А.А., Перелыгин Б.П. Проектирование систем и агрегатов летательных аппаратов с использованием малых ЭВМ / Учебное пособие. М.: МАИ. 1993. 56 с., ил.
-

Сведения об авторах:

Щербакова Елена Александровна, аспирант кафедры «Космических систем и ракетостроения» Московского авиационного института (государственного технического университета); e-mail: yguar14@yandex.ru