

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЖОРАНТНОГО ШАГА ИНТЕГРИРОВАНИЯ В БОРТОВЫХ КОМПЛЕКСАХ УПРАВЛЕНИЯ

Модели движения центра масс (ЦМ) космического аппарата (КА) и ракеты-носителя (РН) в бортовом комплексе управления (БКУ) представляют собой системы обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений (СДУ), для решения которых используется метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности (РК-4).

Для уменьшения времени решения СДУ предложена так называемая «мажорантная интегральная сетка» (МИС) с шагом H , которая накрывает два шага РК-4 [1].

Каждый последующий мажорантный шаг начинается в середине предыдущего шага. Метод мажорантного шага имеет два обращения к правым частям СДУ. В информационных группах хранятся решения СДУ ($i-2$) и ($i-1$) шагов и значения производных в узле ($i-2$) шага. На каждом шаге исходные данные заданы в двух точках (формируются на предыдущем шаге): в начале шага H и в середине шага $h = 1/2H$.

Расчет коэффициентов K_2 и K_3 РК-4 в точке $1/2$ шага h дает возможность рассчитывать влияние гармоник гравитационного поля Земли при обращении к правым частям СДУ через весовой коэффициент β , полученный при расчете коэффициента K_2 . Предполагается, что при указанной методике расчета влияние аномалий гравитационного поля Земли в точке $1/2$ шага h мало и находится в допустимых пределах. Весовой коэффициент определяется как отношение модулей ускорений от нормального поля Земли и аномалий гравитационного поля Земли. Модуль вектора ускорения от аномалий поля Земли рассчитывается как отношение модуля вектора ускорения от нормального поля Земли, полученного при расчете K_3 , и весового коэффициента.

Оценочные расчеты проводились для диапазона орбит КА с минимальной высотой от 200 до 350 км и максимальной высотой от 350 до 480 км, при наклонении плоскости орбиты от 64° до 82° градусов.

По результатам расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Использование метода мажорантного шага в БКУ может дать сокращение времени решения задачи прогнозирования параметров движения до 40%.
2. Использование весового коэффициента на подшаге РК-4 при расчете коэффициента K_3 может дать экономию машинного времени в БКУ до 12%.

Библиографический список

1. Степанцов И.С., Галь С.И. Метод мажорантного шага и порядок точности решения систем обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений/ Депонирование, журнал «ПТО», ЦНТИ «Поиск», 1987, №1.