

УДК 519.068

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОРНЕВОГО ГОДОГРАФА ДЛЯ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ЗАПИСАННЫХ В КОМПЛЕКСНОМ ВИДЕ

Наумов О.Н.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Заболотнов Ю.М.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С.П. Королева

В работе рассматривается применение метода корневого годографа для исследования устойчивости динамических систем, дифференциальные уравнения движения которых заданы в комплексной форме. Комплексная форма уравнений движения динамических систем широко используется при проектировании систем управления. В этом случае характеристическое уравнение линейной динамической системы также представляет собой алгебраическое уравнение с комплексными коэффициентами. Применение метода корневого годографа к такому характеристическому уравнению приводит к необходимости разработки надежного численного алгоритма поиска комплексных корней алгебраических уравнений. Известные в настоящее время реализации метода корневого годографа (MATHLAB) ориентированы на характеристические уравнения с действительными коэффициентами, а переход к действительным переменным по крайней мере в два раза увеличивает размерность задачи и существенно усложняет ее решение. Особенно трудными при анализе устойчивости при этом становятся задачи большой размерности.

В работе рассматривается разработка и применение численного алгоритма реализации метода корневого годографа для характеристических уравнений с комплексными коэффициентами. В основу численного алгоритма поиска комплексных корней алгебраических уравнений положен метод парабол. Алгоритм реализован в математическом пакете Mathcad с использованием арифметики комплексных чисел этого пакета. Алгоритм оформлен в виде универсальных программных процедур и может быть применен для анализа устойчивости систем рассматриваемого вида.

Разработанная программа проверялась при анализе устойчивости движения в атмосфере связки двух тел (спускаемая капсула и аэродинамический стабилизатор) на тросе в пространственном случае их движения. В этом случае алгоритм позволил от анализа поведения корней характеристического уравнения двенадцатой степени перейти к анализу поведения корней характеристического уравнения шестой степени, что существенно проще. Рассмотрен также анализ устойчивости плоского движения связки двух тел в атмосфере. Проведен анализ структуры характеристического уравнения с точки зрения применения метода корневого годографа для выбора различных параметров связки двух тел из условия обеспечения устойчивости их движения в атмосфере. Рассмотрен анализ влияния различных параметров на устойчивость движения связки. Так как данная задача является многопараметрической, то сформулированные рекомендации по выбору отдельных параметров являются очень важными и могут быть использованы при создании перспективных систем возвращения полезного груза с орбиты искусственного спутника Земли.