

ВЛИЯНИЕ НЕИДЕАЛЬНОСТЕЙ ТЯГОВОГО ИМПУЛЬСА

ЖИДКОСТНОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ МАЛОЙ ТЯГИ И НА ДИНАМИКУ
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

В моделирующей среде MVTU рассматривается электронная модель системы ориентации космического аппарата (КА), которая позволяет исследовать влияние различных факторов, связанных с неидеальностью тягового импульса жидкостных ракетных двигателей малой тяги (ЖРД МТ), применяемых в контуре управления в качестве исполнительных органов (рис. 1).

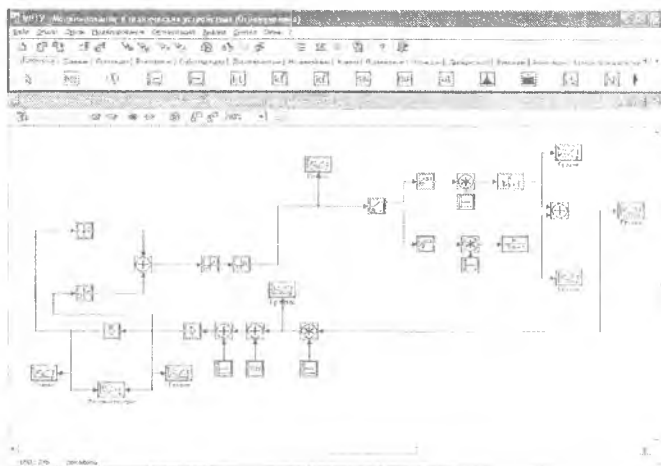


Рис. 1. Структурная схема системы ориентации КА, реализованная в среде MVTU

Для выяснения влияния неидеальностей тягового импульса ЖРД МТ на динамику КА рассматривались два типа рабочих импульсов – идеальный И-образный и так называемый экспоненциальный импульс с учетом временных запаздываний при запуске и останове двигателя.

Конфигурация этих импульсов представлена на рисунке 2. Здесь время запаздывания при запуске двигателя $\tau_1 = 0,05$ с; время запаздывания при останове $\tau_2 = 0,035$ с. Импульс выхода двигателя на режим и импульс последствия тяги определяются постоянными времени, соответственно $T_1 = 0,017$; $T_2 = 0,033$.

Оценка влияния неидеальностей тягового импульса двигателя ориентации определялась путем моделирования режима поддержания заданной ориентации КА в предельном двухстороннем одноимпульсном цикле.

Фрагмент фазовой траектории этого режима представлен на рисунке 3.

Расчеты амплитуд идеального предельного цикла дают $A_p = 0.240$ рад/с
 $A_p = 0.200$ рад/с.

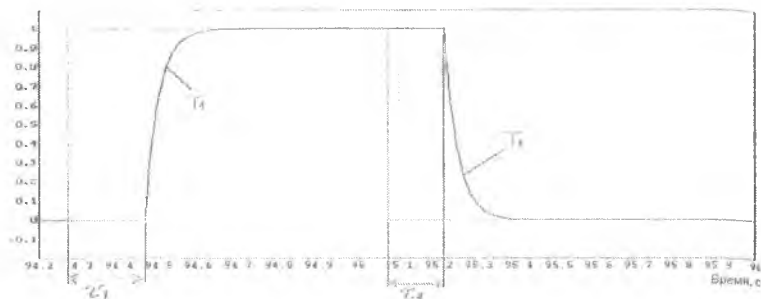


Рис. 2. Модели исходного и экспоненциального импульса тяги с временными запаздываниями ($\tau_1 = 0,05$ с; $\tau_2 = 0,035$ с)

Моделирование режима поддержания заданной ориентации с учетом экспоненциального тягового импульса ЖРД МГ показывает, что предельный цикл деформируется, его амплитуды приобретают $A_p = 0.253$ рад и $A_p = 0.262$ рад/с.

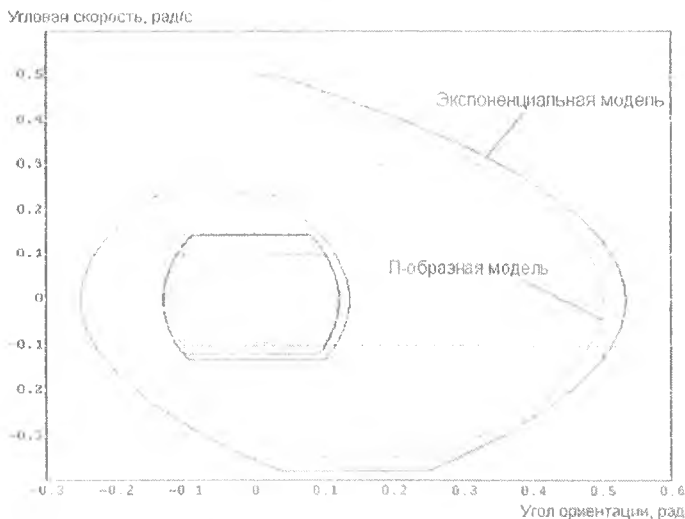


Рис. 3. Фазовый портрет процесса поддержания заданной ориентации при $\tau_1 = \tau_2 = 0$ (П-образная модель) и при $T_1 = 0.017$ с; $T_2 = 0.033$ (экспоненциальная модель импульса)

Полученные результаты показывают, что при реализации в системе ориентации КА высокоточных режимов управления следует в первую очередь учитывать влияние неидеальностей тягового импульса ЖРД МГ.