

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АКСЕЛЕРАЦИОННОГО КАНАЛА ПИЛОТА**

Пилот в системе «Пилот – Летательный аппарат (ЛА)» является звеном, принимающим решение по управлению ЛА. Во время полета пилот воспринимает информацию, которая поступает к нему от системы отображения информации, а также от собственных анализаторов пилота - акселерационная информация.

При изучении способа получения информации пилотом обычно основное внимание уделяется зрительному анализатору, который воспринимает информацию с датчиков, находящихся в кабине экипажа. Но, для правильной ориентировки в пространстве кроме зрительного анализатора основополагающим является также вестибулярный аппарат. Вестибулярный аппарат представляет собой орган воспринимающий изменения положение головы и тела в пространстве и их направление. Вестибулярный аппарат включает в себя отолиты, полукружные каналы и проприоцепторы.

Отолитовый аппарат воспринимает и передает информацию о положении тела пилота относительно действующих сил. Математическую модель отолитов можно представить в качестве передемпфированного маятника, реагирующего на линейные ускорения любого направления. Можно представить передаточную функцию отолитов без учета зоны нечувствительности в форме:

$$W_{\text{отолитов}}(p) = \frac{K_0 p}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$$

где  $K_0$  - коэффициент усиления;  $T_1, T_2$  – постоянные времени.

В свою очередь передаточную функцию пилота можно выразить путем учета акселерационной информации.

$$W_{\text{акс}}(p) = W_{\text{отолитов}}(p) \cdot W_{\text{руки}}(p)$$

Динамика руки отображается как колебательное звено, охваченное кинестетической обратной связью в виде инерционного звена:

$$W_{\text{руки}}(p) = \frac{\frac{K_p}{mp^2 + np + 1}}{1 + \frac{K'_p}{lp + 1} \cdot \frac{K_p}{mp^2 + np + 1}}$$

где  $K_p$  - коэффициент усиления;  $l, m, n$  – коэффициенты.

Следовательно, передаточную функцию акселерационного канала пилота можно записать:

$$W_{\text{акс}}(p) = \frac{\frac{K_p}{mp^2 + np + 1} \cdot K_0 p}{\left(1 + \frac{K'_p}{lp + 1} \cdot \frac{K_p}{mp^2 + np + 1}\right) \cdot (T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$$

Влияние акселерационной информации, поступающей к пилоту во время полета, является сильным. В сложных условиях полета эта информация может быть не правильной, искаженной в связи с возникновением ускорений, которые негативно влияют на работу вестибулярного аппарата, что в свою очередь влечет за собой ошибочные действия пилота.

При проектировании средств отображения информации необходимо учитывать акселерационную информацию, ее позитивные и негативные стороны для пилота управляющего ЛА.