

## **Оценка характеристик устойчивости и управляемости современного маневренного самолета.**

О.И. Ткаченко<sup>1</sup>, С.А. Ковтун<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского,

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

Целью данной работы является оценка характеристик устойчивости и управляемости современного маневренного самолета в продольном канале с использованием различных критериев, как отечественных, так и зарубежных, многие из которых входят в требования к пилотажным характеристикам военных самолетов MIL-F-8785B и MIL-STD-1797A, являющиеся основным документом ВВС и ВМС США [1], [4].

Для исследования продольного движения и получения оценок пилотажных характеристик в соответствии с рассмотренными критериями, использовалась модель динамики, разработанная в НИО-15 ЦАГИ, модифицированная для исследования в продольном канале. При исследовании, наряду с пакетом Matlab Simulink, широко использовался программный комплекс FlightSim.

Оценки характеристик устойчивости и управляемости проводились на 4 различных режимах полета, причем, 3 режима лежат в допустимой области полетов, а 4 является предельным и лежит на границе допустимой области.

В работе рассмотрены следующие критерии, нормирующие характеристики устойчивости и управляемости в продольном канале управления: корневые (критерий нормирующий параметры передаточной функции короткопериодического движения  $\omega_{sp}$ ,  $\xi_{sp}$  и  $n_y^\alpha$ ), временные (Болла и Ринаски, TPR, Dropback,  $C^*$  и его производная), частотные (Bandwidth), отечественные требования, нормирующие параметры переходного процесса по перегрузке в продольном канале и статические характеристики управляемости ( $P^n$  и  $X^n$ ). В результате получены оценки по указанным выше критериям для четырех различных режимов.

Большинство временных критериев показали хорошие результаты, оценка по отечественным требованиям также показала, что пилотажные характеристики самолета соответствуют уровню 1. Частотный критерий Bandwidth показал приемлемые результаты для режимов полета, лежащих в допустимой области, и неудовлетворительный результат

для предельного режима. Результаты оценок пилотажных характеристик по критерию, нормирующему параметры передаточной функции короткопериодического движения, удовлетворяют 1 и 2 уровням, однако, процедура поиска эквивалентной модели выявила некоторые особенности, требующие дополнительного исследования.

#### Литература

1. *Ю.Г. Оболенский*, “Управление полетом маневренных самолетов”. М.: Филиал Воениздат, 2007 г.
2. *А.В. Ефремов, В.Ф. Захарченко, В.Н. Овчаренко, В.Л. Суханов, Ю.Ф. Шелюхин, А.С. Устинов* – “Динамика полета”. М.: Машиностроение, 2011. 776 с.
3. *Г.С. Бюшгенс* – “Аэродинамика, устойчивость и управляемость сверхзвуковых самолетов”. М.: Наука, Физматлит, 1998. – 816 с.
4. MIL-STD-1797A, “FLYING QUALITIES OF PILOTED AIRCRAFT”
5. *В.М. Кувишинов, О.В. Анимица*- FlightSim Users Guide: User\_guide\_07\_Eqymodel.
6. *С.Г. Баженов*, “Лекции по динамике полета”, Лекция 18:“Летчик, как элемент системы управления”
7. Hendarko, Institute of Technology Bandung, Indonesia- Development of a handling qualities evaluation toolbox on the basis of Gibson criteria