

***Методика моделирования маневрирования летательного аппарата  
по заданной произвольной пространственной траектории  
у поверхности экрана***

*К. А. Фурзанов, С. М. Кривель*

Повышение эффективности и качества проектирования летательного аппарата требует разработки методик и программ поддержки процессов проектирования. Эти методики и программы должны решать как общие, так и частные задачи проектирования. В частности, одним из важных показателей качества компоновки летательного аппарата является его способность реализовывать различные заданные пространственные маневры. В настоящей работе рассматривается такой летательный аппарат, как экраноплан. Данный тип летательных аппаратов совершает различные маневры в зоне действия экранного эффекта, что в свою очередь требует разработку специализированных методов расчета и моделирования движения экраноплана у поверхности экрана. Под экраным эффектом понимается явления, возникающее при движении летательного аппарата на небольших высотах, и характеризующийся резким увеличением подъемной силы и аэродинамических характеристик. Преимуществом данного явления является то, что полет в зоне действия экранного эффекта требует меньшего значения потребной тяги, что в свою очередь приводит к меньшему расходу топлива.

Целью настоящей работы является разработка методики и комплекса программ для ЭВМ, позволяющие оценить возможность совершения маневрирования летательного аппарата по заданной произвольной пространственной траектории у поверхности экрана.

В свою очередь разработка методики и комплекса программ для ЭВМ предполагала решение таких задач, как синтез математической модели движения экраноплана в пространстве и реализацию методики в виде комплекса программ для ЭВМ, моделирующих движение экраноплана по заданной пространственной траектории.

Программный комплекс расчета модели движения экраноплана разделен логически на два блока.

В первом блоке производится расчет параметров, характеризующих криволинейную траекторию движения экраноплана, задаваемую изначально пользователем. Данный расчет производится с помощью spline-интерполирования заданных координат и последующего определения функции зависимости радиуса разворота от пройденного экранопланом пути.

Во втором блоке производится расчет параметров положения и движения экраноплана. Решение задачи расчета параметров положения и движения экраноплана представляет собой последовательное выполнение трех этапов. На первом этапе рассчитываются определяющие параметры, характеризующие заданный режим криволинейного движения экраноплана. На втором этапе производится решение дифференциальных уравнений движения экраноплана и расчет полетных параметров, характеризующих текущее положение экраноплана относительно заданной поверхности. На третьем этапе, с помощью ПИД-регуляторов, производится балансировка экраноплана по скорости и высоте полета относительно заданных значений и расчет управляющих отклонений различных рулевых поверхностей экраноплана, обеспечивающих движение экраноплана в заданном режиме.

Для апробации полученных результатов были произведены расчеты заданной траектории движения экраноплана для различных режимов полета и сопоставление расчетной и заданной траекторий движения для различных режимов полета. В ходе расчета были проанализированы и определены режимы полета, на которых экраноплан может реализовывать движения вдоль заданной траектории.

В итоге разработана методика моделирования маневрирования летательного аппарата по заданной произвольной пространственной траектории у поверхности экрана, проведены исследования движений экраноплана.