

УДК 629.7.01 + 629.7.05

Интерактивный моделирующий комплекс для исследования динамики движения летательного аппарата

Куликов Темирлан Николаевич^(*)

temirlan.kulikoff@yandex.ru

Фашевский Николай Николаевич

fashnic@bmstu.ru

Подчезерцев Виктор Павлович

podch@list.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена разработка интерактивного моделирующего комплекса для исследования динамики движения летательного аппарата и проверки алгоритмов управления на различных этапах проектирования системы управления. Представлен способ интеграции модели системы управления с моделью динамики движения летательного аппарата, а также взаимодействие полученной системы со средой визуализации. Предложенный метод позволяет развернуть моделирующий комплекс с использованием вычислительных ресурсов стационарного персонального компьютера.

Ключевые слова: система управления летательного аппарата, модель динамики летательного аппарата, имитационная модель, моделирующий комплекс, проектирование системы управления, визуализация движения летательного аппарата

Введение. При проектировании системы управления (СУ) летательным аппаратом (ЛА) инженер разрабатывает конкретные алгоритмы управления. В виду комплексности используемых законов управления, для их проверки необходимо представление о поведении ЛА при управляющих возмущениях в условиях, максимально приближенных к реальным. Целью представленного комплекса является возможность применить математическую модель динамики движения ЛА для моделирования работы законов управления, используя ресурсы персонального компьютера.

Материалы и методы; результаты. Разработанный моделирующий комплекс представляет собой систему, включающую персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением MATLAB/Simulink и библиотекой FlightSim, а также математической моделью летательного аппарата. Для визуализации полета используется программа с открытым исходным кодом FlightGear. Управление ЛА осуществляется с помощью джойстика, подключенного к ПК.

Модель ЛА в Simulink включает в себя математическую модель динамики движения ЛА, основанную на зависимости аэродинамических коэффициентов от параметров полета, модель СУ ЛА, блоки визуализации приборной панели, а также модули для передачи данных в программное обеспечение FlightGear в реальном времени.

Для моделирования использован самолет Ил-76, аэродинамические и массо-инерционные характеристики которого заимствованы из источников [1, 2].

В блоке аэродинамики модели производится расчет коэффициентов сил и моментов на основе текущих параметров движения, таких как число Маха, высота, углы отклонения рулей и механизации крыла и т. д. Эти силы и моменты подаются на блок расчета пространственного движения из библиотеки FlightSim, на выходе которого формируются актуальные параметры движения самолета: координаты, углы ориентации, скорости, перегрузки и т. д., которые передаются после преобразования из декартовой системы координат в земную на блоки визуализации приборной панели и отправки данных в FlightGear [3].

СУ разделена на ручное и автоматическое управление. При разработке законов управления разработчик может наглядно проверить работоспособность алгоритмов и поведение самолета с помощью 3D-визуализации в FlightGear и приборной панели, где отображаются параметры движения. Предоставляется возможность редактировать логику включения и выключения режимов САУ. Также предусмотрено включение моделей неидеальных агрегатов СУ. Для более детального анализа предусмотрены цифровые осциллографы, позволяющие оценить поведение параметров движения и переходные процессы при работе различных режимов и функций СУ.

Заключение. Таким образом, был разработан моделирующий комплекс позволяющий проводить моделирование и визуальное отображение процесса движения ЛА совместно с СУ. Комплекс упрощает инженерам разработку системы управления и в перспективе может служить прототипом для симуляторного комплекса, предназначенного для подготовки летного состава.

Список источников

- [1] Верещиков Д.В., Салтыков С.Н. *Самолет Ил-76. Аэродинамика и динамика полета*. Иркутск, ИВАИИ, 2002.
- [2] Бехтир П.Т., Бехтир В.П. *Практическая аэродинамика самолета Ил-76Т*. Москва, Машиностроение, 1979.
- [3] Basler M., Spott M., Buchanan S. *The FlightGear. Manual*, 2007.