

УДК 681.511

Синтез систем управления и моделей летательных аппаратов

Пролетарский Андрей Викторович

pav@bmstu.ru

Селезнева Мария Сергеевна

ms.selezneva@bmstu.ru

Васюков Сергей Александрович

sa_vasyukov@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Исследован подход системного синтеза систем управления летательными аппаратами. Системный синтез моделей осуществляется с помощью алгоритма самоорганизации. Самоорганизующиеся модели использованы при разработке систем управления с интеллектуальной компонентой в акцепторе действия.

Ключевые слова: летательный аппарат, система управления, системный синтез, акцептор действия, самоорганизация моделей

Synthesis of control systems and models of aircraft

Proletarsky Andrey Viktorovich

pav@bmstu.ru

Selezneva Maria Sergeevna

ms.selezneva@bmstu.ru

Vasyukov Sergey Aleksandrovich

sa_vasyukov@bmstu.ru

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The approach of system synthesis of aircraft control systems is investigated. System synthesis of models is carried out using the self-organization algorithm. Self-organizing models are used in the development of control systems with an intelligent component in the action acceptor.

Keywords: aircraft, control system, system synthesis, action acceptor, self-organization of models

Введение. Требования к современным летательным аппаратам (ЛА) неуклонно возрастают. Необходимо использовать все более совершенные системы управления (СУ), снабженные высокоточным алгоритмическим обеспечением. Целесообразно осуществлять создание алгоритмического обеспечения СУ ЛА с использованием новых концепций и подходов, например, при помощи концепции системного синтеза [1].

Материалы и методы. Существуют проекции на подпространство меньшего количества переменных (русла), которые достаточно адекватно отражают ситуацию в исходном пространстве переменных. Количество доминирующих параметров (размерность русла), которые достаточно хорошо отражают исследуемый процесс, как правило, невелико. На практике размерность русла можно определить на основе априорной и апостериорной информации об исследуемом объекте, а также вычислительными возможностями БЦВМ ЛА. Для определения русла разработана соответствующая методика —

выбирается критерий, на основании которого осуществляется отбор ключевых параметров. Но при функционировании СУ ЛА со временем окружающая среда и состояние могут существенно изменяться. В таком случае выбранные доминирующие параметры не могут адекватно отражать исследуемый процесс, следовательно, русло изменяется. Возникновение подобных ситуаций возможно, например, при интенсивном маневрировании ЛА. Появляются параметры, которые раньше не являлись определяющими, а теперь именно они характеризуют исследуемый процесс. В тоже время некоторые ключевые параметры становятся несущественными при описании процесса и в модели не используются. В СУ ЛА в качестве алгоритма построения моделей используется алгоритм самоорганизации [2]. Особенностью этого алгоритма является его способность выделять наиболее значимые переменные состояния, которые включаются в модель. Таким образом, в процессе построения модели алгоритмом самоорганизации реализуется концепция системного синтеза — в модель включаются только доминирующие переменные состояния.

Если на первом этапе функционирования СУ некоторые компоненты вектора состояния не являлись ключевыми и не использовались в модели, то с течением времени появляется возможность использовать более подробную модель исследуемого процесса и эти компоненты могут быть включены в вектор состояния. По мере накопления полезной информации с помощью алгоритма самоорганизации строится более подробная модель СУ ЛА.

Результаты. Разработка алгоритмического обеспечения ЛА основана также на принципе рациональной унификации. Повышение степени унификации алгоритмического обеспечения уменьшает стоимость системы, снижает алгоритмические погрешности и вычислительные ошибки, поэтому является важной и актуальной задачей при синтезе алгоритмического обеспечения ЛА. В соответствие с концепцией системного синтеза необходимо рациональное сокращение числа параметров используемой модели. Осуществить такое сокращение можно путем выделения переменных с повышенными качественными характеристиками [3].

В зависимости от режима функционирования ЛА, осуществляется формирование различных видов моделей СУ.

При движении ЛА в крейсерском режиме доминирующие параметры выбираются с помощью критериев степени наблюдаемости с пороговыми значениями несколько меньшими, чем в режиме интенсивного маневрирования. Это объясняется тем, что имеется возможность получить большие измерительные выборки, достоверно отражающие исследуемый процесс. В этом случае целесообразно увеличить количество параметров, участвующих в описании исследуемого процесса, так как имеется возможность построения более полной и точной модели.

Обсуждение полученных результатов. Рассмотрим способ формирования алгоритмического обеспечения СУ с переменной структурой, которая основана на концепции системного синтеза. Во время функционирования СУ выбирается структура ее моделей на каждом интервале работы. Строятся модели для

наиболее эффективных переменных состояния, которые характеризуют доминирующие изменения полета ЛА. Именно они и используются для коррекции в алгоритмическом обеспечении СУ ЛА. Определение переменных состояния, которые будут использоваться осуществляется методом самоорганизации с использованием ансамбля критериев селекции. Системный синтез моделей осуществляется в процессе полета ЛА. В алгоритмах обработки информации СУ использованы модели с максимально возможными степенями наблюдаемости, управляемости и идентифицируемости переменных состояния.

Разработка высокоэффективного программно-алгоритмического обеспечения СУ требует применения новых информационных технологий и подходов. При синтезе алгоритмов СУ целесообразно использовать различные интеллектуальные технологии [4].

Алгоритм самоорганизации со сформированным ансамблем критериев позволяет построить адекватную модель на каждом участке полета ЛА. Эта модель используется в интеллектуальной системе управления (ИСУ) ЛА или в СУ с интеллектуальной компонентой. В качестве интеллектуальной компоненты используется акцептор действия [5].

Акцептор действия состоит из алгоритма самоорганизации для построения модели, алгоритма прогноза и механизма сличения прогноза с полученным результатом функционирования ЛА. При соответствии прогноза и результата действия выбранного управляющего воздействия на ЛА подтверждается правильный выбор управления. В другом случае происходит формирование нового управляющего воздействия.

Заключение. Таким образом, представлена возможность применения концепции системного синтеза для разработки перспективных СУ ЛА. Применение системного синтеза для формирования алгоритмического обеспечения СУ дает возможность создавать алгоритмическое обеспечение в современных серийных БЦВМ.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
№ 23-79-10028.*

Список источников

- [1] Пролетарский А.В. Концепция системного синтеза динамических объектов. *Автоматизация и современные технологии*, 2007, № 8, с. 28–33.
- [2] Ивахненко А.Г., Мюллер Й.Я. *Самоорганизация прогнозирующих моделей*. Киев, Техника, 1985, 233 с.
- [3] Шэнь К., Неусыпин К.А. Исследование критериев степеней наблюдаемости, управляемости и идентифицируемости линейных динамических систем. *Мехатроника, автоматизация, управление*, 2016, т. 17, № 11, с. 723–731.
- [4] Неусыпин К.А. Направления развития интеллектуальных систем. *Автоматизация и современные технологии*, 2002, № 12, с. 12–15.
- [5] Неусыпин К.А., Селезнева М.С. Измерительный комплекс с интеллектуальной компонентой для летательного аппарата. *Автоматизация. Современные технологии*, 2016, № 9, с. 27–30.