

УДК 629.762

Стабилизация летательного аппарата при отказе руля направления на основе параметрической адаптации

Зенченко Максим Викторович^(*)

vpk@vpk.npomash.ru

Колокольников Алексей Витальевич

vpk@vpk.npomash.ru

АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассмотрена задача обеспечения адаптивной стабилизации летательного аппарата, выполненного по нормальной аэродинамической схеме с расположением четырех аэродинамических рулей по схеме «плюс». В процессе возмущенного полета моделируется отказ одного из рулей направления (курса). Сигнал стабилизации на работоспособные рули перераспределяется по разработанном алгоритму в целях сохранения динамической устойчивости летательного аппарата в процессе возмущенного полета.

Ключевые слова: адаптивная стабилизация, руль направления, летательный аппарат, параметрическая адаптация, возмущенное движение

Введение. В современных и перспективных летательных аппаратах, находящихся на этапе летно-конструкторских и сдаточных испытаний, а также на находящихся в серийном производстве, возможны случаи отказа одного из рулей в полете. При этом возможны следующие варианты:

- руль после отказа находится в свободном движении;
- руль после отказа находится в «стопоре» в отклонении на максимальный угол, создавая таким образом постоянный возмущающий момент, который необходимо идентифицировать (восстановить) и парировать дополнительным сигналом на работоспособные рули.

В работе приводится один способ сохранения управляемости и стабилизации на основе алгоритмических методов теории управления в некоторых частных нештатных ситуациях при отказе руля направления, что позволит повысить вероятность выполнения задачи по приведению летательного аппарата в заданную область, а также повысить живучесть и надежность летательного аппарата в ходе эксплуатации.

Материалы и методы; результаты. Разработан метод идентификации отказа руля в процессе полета. Разработан метод адаптивной стабилизации при отказе руля на основе параметрической адаптации параметров контура стабилизации [1, 2]. Разработана математическая модель движения летательного аппарата с включением в состав вектора возмущающих воздействий [3]. Для указанных вариантов положения руля разработаны два варианта с учетом формируемых воздействий в составе вектора возмущений. Кроме того, вектор возмущений содержит такие возмущения, как допуск на аэродинамические характеристики, неточности знания параметров атмосферы, линейные и угловые эксцентриситеты двигательной установки, систематические и слу-

чайные возмущения измерительных приборов — датчиков угловых скоростей и акселерометров, ветровые возмущения.

Проводится статистическое моделирование полета с учетом нелинейностей математических моделей элементов систем управления движением и полного вектора возмущающих воздействий в целях обеспечения требуемой досягаемой дальности и обеспечения динамической устойчивости для разработанного способа адаптивного перераспределения сигнала управления на рулевые поверхности.

Выбраны некоторые типовые варианты движения для иллюстрации применимости разработанного метода:

- номинальный вариант — вариант с номинальными значениями допусков на параметры — аэродинамические характеристики;

- вариант с наилучшими сочетаниями максимальных допусков на параметры математической модели движения летательного аппарата, так называемый N+ вариант;

- вариант с наихудшими сочетаниями максимальных допусков на параметры математической модели движения летательного аппарата, вариант N–.

Показатели качества системы, выбранные как критерии — время переходного процесса отработки возмущений и перерегулирование.

Заключение. Разработанный метод адаптивного перераспределения сигнала на рули позволяет сохранить динамическую устойчивость летательного аппарата в частных случаях полета при отказе руля направления. Метод может быть использован в бортовых алгоритмах системы управления движением летательных аппаратов.

Список источников

- [1] Первушина Н.А., Фролова А.Д. Разработка адаптивной системы стабилизации для беспилотного летательного аппарата самолетного типа. *Пробл. управл.*, 2022, вып. 5, с. 3–15.
- [2] Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Адаптивное управление летательным аппаратом с идентификацией на скользящих режимах. *УБС*, 2009, № 26, с. 113–144.
- [3] Бюшгенс Г.С. *Аэродинамика, устойчивость и управляемость сверхзвуковых самолетов*. Москва, Наука, 1998.