**Любавский Кирилл Константинович Многокритериальные стабильно-эффективные компромиссы параметрической адаптации в многоканальной системе стабилизации беспилотного летательного аппарата**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Любавский Кирилл Константинович

Введение

Глава 1. Анализ проблемы проектирования многосвязных

систем и подходов к разработке систем управления на борту беспилотного летательного аппарата. Постановка задачи оптимизации трехканальной системы стабилизации летательного аппарата

1.1 Обзор методов исследования многосвязных систем автоматического управления

1.2 Обзор подходов к проектированию систем стабилизации беспилотных летательных аппаратов

1.3 Формирование нелинейной системы уравнений движения летательного аппарата

1.4 Математическая модель нелинейной трехканальной системы стабилизации с перекрестными связями

1.5 Математическая модель нелинейной трехканальной системы стабилизации с упрощенной аэродинамикой (базовая модель)

1.6 Линеаризованная модель трехканальной системы стабилизации с полным набором перекрестных связей со статическими нелинейными ограничениями

1.7 Постановка многокритериальной задачи адаптивной сбалансированной оптимизации нелинейной трехканальной системы стабилизации БЛА на множестве режимов полета по скоростному напору

Выводы по первой главе

Глава 2. Алгоритмическое обеспечение, полученное на основе равновесно-арбитражного алгоритма

многокритериальной Парето оптимизации

2.1 Двухэтапный алгоритм поиска области технической устойчивости ССт МАСП

2.1.1 Этап 1: Получение начального приближения области устойчивости методом Хука - Дживса

2.1.2 Этап 2: Формирование области интервальными ограничений с использованием генетического алгоритма многокритериальной оптимизации

2.2 Разработка эволюционного метода многокритериальной оптимизации на основе стабильно-эффективного компромисса в форме равновесно-арбитражной структуры

2.3 Структура трехэтапного алгоритма равновесно-арбитражной многокритериальной оптимизации

2.4 Многокритериальная оптимизация с применением эволюционных подходов в форме поэтапной

равновесно-арбитражной структуры

2.4.1 Генетический алгоритм глобальной многокритериальной оптимизации с адаптивной функцией пригодности

2.4.2 Генетический алгоритм поиска глобального £-равновесия

по Нэшу

2.5 Линеаризация уравнений движений ЛА с аналитическим выявлением полного набора перекрестных связей

2.6 Обеспечение адаптивности ССт МАСП по скоростному напору на базе структуры адаптивной системы с разомкнутыми цепями настройки

Выводы по второй главе

Глава 3. Разработка программных средств для исследования стабильно-эффективных компромиссов в задаче параметрического синтеза ССт и адаптивной реализации в бортовом вычислительном комплексе БЛА-МАСП

3.1 Организация программных компонентов вычислительного комплекса многокритериальной оптимизации ССт МАСП на

зоне применимости

3.1.1 Описание модели для проведения имитационного моделирования

3.1.2 Описание программного комплекса многокритериальной оптимизации ССт МАСП

3.1.3 Описание пользовательского интерфейса

3.2 Векторная интерполяция полученных многокритериально-оптимальных решений

3.3 Генерация последовательностей начальной популяции генетического алгоритма с использованием ЛПт

последовательностей

3.4 Бортовая реализация табличной адаптации, базирующейся на многокритериально-оптимальных решениях

Выводы по третьей главе

Глава 4. Многофакторной анализ эффективности ССт МАСП оптимальных поверхностей адаптации, полученных с использованием равновесно-арбитражного алгоритма

4.1 Результаты многорежимного исследования на зоне

применимости, формализованные в виде поверхностей адаптации

4.2 Верификация многокритериально оптимальных поверхностей адаптации

4.3 Апробация поверхностей интерполяции, полученных на основе равновесно-арбитражного алгоритма в базовой модели, на

полной модели ССт МАСП

4.3.1 Анализ повышения качества адаптации при увеличении

количества опорных режимов

4.4 Оценка влияния ветровых возмущений на качество процессов стабилизации

Выводы по четвертой главе

Заключение

Список сокращений и условных обозначений

Список литературы

Приложение А. Детализированное описание линеаризованной

модели трехканальной системы стабилизации в отдельных каналах (без учета перекрестных связей)

Приложение Б. Результаты решения тестовых задач для

вычислительной процедуры формирования рабочих областей варьируемых параметров

Приложение В. Результаты решения тестовых задач для

генетического алгоритма многокритериальной оптимизации

Приложение Г. Результаты решения тестовых задач для

генетического алгоритма поиска равновесия по Нэшу

Приложение Д. Вычисление и анализ ПФ ЛА в трех каналах с

помощью операторного метода