

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Юлдашева Марата Владимировича на диссертацию Зайцевой Юлии Сергеевны на тему: «Предотвращение нелинейных колебаний в пилотируемых системах управления летательными аппаратами», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Задача исследования колебаний вызванных пилотом (КВЛ/Pilot Induced Oscillations) стала классической не только для проектировщиков систем управления летательными аппаратами (ЛА), но и для теории скрытых нелинейных колебаний. Сложность состоит в том, что в системе управления нужно одновременно учитывать модель поведения летчика, системы управления ЛА, изменяющиеся атмосферные условия и аэродинамику ЛА. Таким образом универсальной системы управления не существует и необходимо для каждой комбинации летчик-ЛА подбирать характеристики, и даже структуру системы управления полетом (СУП), позволяющие достаточно эффективно избегать КВЛ. В то же время возникают вопросы баланса между устойчивостью, робастностью, надежностью и ограничениями в управлении и маневренности ЛА, которые вносит СУП. Многие из проблем могли бы быть решены прототипированием и большим количеством экспериментов, однако высокая стоимость в настоящих условиях делает это невозможным, поэтому на первый план выходит компьютерное моделирование и аналитические результаты, чему и посвящена работа.

Во введении автор обосновывает актуальность темы исследования, формулирует цели и задачи, положения, выносимые на защиту, описывает научную новизну полученных результатов, их теоретическую и практическую ценность, приводит сведения, подтверждающие достоверность результатов работы.

В первой главе, носящей обзорный характер, рассмотрены методы анализа нелинейной системы самолет-летчик, методы синтеза законов управления для предотвращения колебаний летательных аппаратов. После анализа литературы ставится цель диссертационной работы.

Во второй главе представлены дифференциальные уравнения объекта управления, описаны математические модели компонентов системы и методы исследования нелинейных систем.

В третьей главе представлен метод нелинейной коррекции и модели двух новых корректирующих устройств, описан алгоритм вычисления параметров летчика и методика синтеза нелинейного корректирующего устройства для предотвращения колебаний.

В четвертой главе проиллюстрирована успешная работа полученных в главе 3 алгоритмов на примере различных конфигураций модели системы.

К диссертации имеются следующие вопросы

- Современные системы управления обычно реализуются с помощью специальных процессоров для обработки сигналов либо вычислительных систем общего назначения, что неизбежно приводит к ошибкам вычисления и задержкам, зависящим от стабильности тактовых генераторов. Каким образом это влияет на СУП с точки зрения подавления КВЛ?
- Важный фактор, которым часто пренебрегают при проектировании СУП - нестабильность частоты и амплитуды систем электропитания, что может приводить к разным откликам гидромеханических систем на один и тот же сигнал управления в зависимости, например, от температуры и тяги. Как можно нивелировать эти эффекты для подавления КВЛ?
- Метод гармонического баланса, применяемый для исследования системы, часто критикуется за необоснованное отбрасывание высших гармоник и неспособность выявить все колебания системы. Какие математические методы и подходы могут теоретически избежать этих проблем?

Кроме того, некоторые формулы и фразы содержат ошибки и опечатки (например в (1.37) стр 33 - отсутствует скобка, на стр. 91 “амплитуде и частотк”, “неустойчивости системв”)

Замечания не умаляют значимости и качества работы, носят рекомендательный или незначительный характер.

Диссертация Зайцевой Юлии Сергеевны на тему: «Предотвращение нелинейных колебаний в пилотируемых системах управления летательными аппаратами» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Зайцева Юлия Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Председатель диссертационного совета

Д-р физ.-мат. Наук, профессор
Кафедры прикладной кибернетики

Математико-механического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета
Профессор СПбГУ



Юлдашев Марат Владимирович

9 ноября 2021

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет”. Математико-механический факультет, 198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Университетский проспект
28