

ОТЗЫВ

Научного руководителя на диссертационную работу
Шумского Андрея Николаевича

«Система управления ориентацией беспилотного летательного аппарата на
основе применения нечетких регуляторов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности

05.13.06 — автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (технические науки)

Интенсивное развитие беспилотной авиационной техники происходит в большинстве промышленно развитых стран мира. Беспилотные летательные аппараты (БЛА) являются эффективным средством для решения широкого спектра задач, как в военной, так и народнохозяйственной сфере. БЛА имеют большую перспективу применения в тех областях, где отсутствие на борту пилота и системы обеспечения его жизнедеятельности позволяет сделать летательный аппарат более компактным и дешевым, что особенно важно при решении задач, связанных с опасностями для экипажа.

При разработке БЛА необходимо решать задачи аэродинамики, создания экономичных двигательных установок, систем обеспечения взлета и посадки. Особого внимания требует разработка системы управления. Так как информация, используемая для формирования управляющих сигналов системы управления (СУ) БЛА, может содержать ошибки и неопределенности, то в составе системы управления необходимо иметь устройства и алгоритмы оптимальной обработки информации и формирования управляющих сигналов с учетом решаемых задач.

В условиях наличия существенных ограничений и неопределенностей входной информации СУ БЛА представляет значительную трудность формализация задач синтеза регуляторов автопилотов БЛА. В этом случае представляется перспективным использование в автопилотах регуляторов, работа которых основана на правилах нечеткой логики. Преимущество таких регуляторов состоит в том, что при их синтезе нет необходимости подробного математического моделирования системы управления, и при этом может использоваться опыт инженера-оператора, полученный на основе знаний о поведении системы управления.

Шумский А.Н. проанализировал существующие подходы, связанные с синтезом системы автоматического управления БЛА, проанализировал виды и способы управления и в результате получил законы управления для шести

каналов стабилизации БЛА, а именно угла крена, угла тангажа, угла рыскания, высоты, скорости и бокового отклонения.

Полученные зашумленные экспериментальные данные с гироскопа автопилота были проанализированы с помощью метода спектральной мощности и вариации Аллана. При этом получено, что во выходном сигнале гироскопа присутствует случайный дрейф угла. Для корректировки интенсивности шумовой составляющей был синтезирован нечеткий регулятор, который позволил снизить размах случайных составляющих в 10 раз. Шумским А.Н. предложен синтез фильтра, основанного на нечетком регуляторе для работы в составе системы автоматического управления БЛА.

Результатами исследований показана возможность синтеза системы управления ориентацией БЛА, которая на основе идентифицированной математической модели объекта управления и предложенного способа синтеза законов управления позволяет определить соответствующие значения коэффициентов настройки регулятора. Предложенная система управления с нечетким регулятором позволяет существенно ускорить процесс настройки СУ БЛА, а также снизить риски возникновения аварии БЛА в его первых полетах, что экономит временные и финансовые ресурсы.

В 2014 г. Шумский А.Н. закончил обучение в Учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств» и был рекомендован для поступления в магистратуру. В 2015 г. по завершении обучения в магистратуре поступил в очную аспирантуру по специальности 05.13.06 — автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки) и закончил обучение в аспирантуре в 2018 г.

Во время работы над диссертацией Шумский А.Н. проявил себя как вдумчивый научный сотрудник, хорошо знающий научную литературу в соответствующем направлении, умеющий самостоятельно ставить и решать научные задачи с привлечением современного научного оборудования, анализировать и обобщать полученные результаты.

Шумского А.Н. отличает высокая активность и инициативность, хорошая теоретическая подготовка в области автоматизации производственных процессов. Кроме того, Шумским А.Н. был получен патент: «Способ управления беспилотным летательным аппаратом» (BY 23106).

Представленная диссертация является законченным научным исследованием, имеющим как научную, так и практическую значимость.

В связи с вышеизложенным считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям ВАК по указанной специальности, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук за следующие научные результаты:

1. Получение законов управления БЛА с учетом функционального предназначения его подсистем, учитывающих динамически меняющиеся случайные факторы, которые влияют на управление системой.

2. Синтез нечеткого регулятора для снижения случайных воздействий в выходном канале гироскопа автопилота БЛА, который позволяет в условиях случайных составляющих сигнала компенсировать ошибку по угловым скоростям гироскопа.

3. Разработку способа управления углами ориентации БЛА на основе применения нечеткого регулятора, предназначенного для обработки сигналов рассогласований по каналам обратных связей от датчиков, и позволяющий синтезировать законы управления на различных этапах полета.

Считаю, что Шумский А.Н. успешно справился с поставленной перед ним в рамках диссертационной работы научной задачей, проявил умение работать с научной литературой и анализировать ее, способность к обобщению результатов исследований и их научной интерпретации и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель

к.т.н.,



Карпович Д.С.

12 декабря 2022 г.

