

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Титова Юрия Константиновича

«Адаптивные нечеткие устройства систем управления

с гарантированной устойчивостью»

на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной
техники и систем управления

Актуальность темы исследования. Необходимость совершенствования устройств систем управления определяется тенденциями расширения практики использования «сложных» объектов, ужесточения требований к режимам эксплуатации систем управления, интеграции элементов систем управления встраиваемых систем.

Существующая неполнота математического описания объекта управления определяет проблему совершенствования подходов к проектированию устройств систем управления: регуляторов и фильтров с заданными характеристиками и с учетом обеспечения гарантированного запаса устойчивости. Поэтому диссертационная работа Титова Ю.К. является актуальной и перспективной с точки зрения предлагаемых в работе подходов и методов решения поставленных задач.

Оценка структуры и содержания работы. Структура и содержание диссертационной работы Титова Юрия Константиновича находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования. Основные положения и выводы в полном объеме отражены в содержании диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Возможность получения эффективных характеристик воздушно-реактивных двигателей (ВРД) во много определяется построением элементной базы систем управления. Данное диссертационное исследование посвящено разработке методов построения адаптивных нечетких регуляторов и адаптивных фильтров.

ВРД как объект управления есть недетерминированный регулируемый объект, подверженный возмущениям, вызывающими структурную и параметрическую неопределенности. Управление данным объектом с помощью точных регуляторов (ПИД-регуляторы) не возможно из-за неоднозначности статических характеристик и отсутствия знания передаточных функций ВРД. Немало важным фактором является то, что на ВРД действуют различные возмущения и необходимо обеспечить устойчивую помехозащищенность системы управления.

Автором диссертации предложены способы реализации устройств систем управления: нечеткого аппроксиматора на базе Anfis-сети и адаптивного нечеткого регулятора. Показано, что применение Anfis-сети не удовлетворяет системе реального времени из-за значительного времени настройки и пригодно для управления медленно действующими механизмами системы управления летательного аппарата.

Применение нечеткого регулятора, не требующего настройки, более полно отвечает требованию «жесткого» времени. Нечеткий регулятор содержит адаптивный фаззификатор и дефаззификатор. Адаптивность фаззификатора достигается коррекцией синапсов с выхода фаззификатора с помощью сумматора, сигнал с которого сравнивается с сигналом отклонения текущего и заданного значений регулируемого параметра (температура газа). Сигнал рассогласования подается на блок алгоритма. Алгоритм блока реализуется рекуррентной формулой согласно методу

последовательного обучения. Применение метода последовательного обучения фаззификатора в целом придает ему адаптивные свойства. Обратный процесс преобразования нечеткой информации выполняется дефаззификатором с помощью метода разности площадей.

Диссертантом впервые предложена методика построения «виртуального датчика инерционности» ВРД как устройства системы управления, реализуемого с помощью теории чувствительности, которая дает численное значение инерционности ВРД в зависимости от режима его работы. Выход «виртуального датчика инерционности» необходим для коррекции режекторного фильтра в системе управления ВРД для требуемого значения величины фильтрации. Предложенная методика применима для других устройств систем управления.

Учитывая неоднозначность годографа разомкнутой системы управления ВРД, для обеспечения гарантированной устойчивости устройств систем управления автором диссертационного исследования предлагается применить модифицированный критерий Найквиста (круговой критерий), согласно которому опасную точку с координатами $-1, j0$ помещают в «запретную» область, параметры которой численно задаются частотным показателем колебательности. Согласно данному критерию, если годограф разомкнутой системы коснется запретной области, то система управления ВРД теоретически выйдет на границу устойчивости, а практически будет устойчивой. Применение кругового (условного) критерия устойчивости обеспечит гарантируемый запас устойчивости по модулю и фазе.

Обоснованность выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертационной работе, подтверждается корректным анализом представительного весьма значительного фактического теоретического и практического материала.

В рамках системного подхода в диссертации в должной степени использованы общенаучные методы, диалектический, системный, ситуационный и процессный анализы, а также методы теории управления, авиационных двигателей, имитационного моделирования, нечетких логических регуляторов, теории интеллектуальных систем управления, многомерного автоматического регулирования, методы исследований эффективности на физической модели объекта.

Достоверность и новизна полученных результатов. Достоверность выводов Титова Ю.К. обоснована наличием широкого спектра публикаций в отечественных и зарубежных научных журналах, и международных конференциях. Научная новизна исследования заключается в следующем:

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов. Основные положения и выводы диссертационного исследования дополняют и развивают теорию нечеткого логического управления авиационными двигателями. Практическая значимость работы подтверждена актами о внедрении результатов работы при проектировании нечетких адаптивных регуляторов в контурах управления воздушно-реактивными двигателями. Практическая значимость работы подтверждена также актами о внедрении результатов в АО «ОДК-СТАР» и ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе Титова Ю.К. определяется критическим анализом и корректным использованием большого количества публикаций по теме исследования. Результаты диссертационной работы опубликованы в более чем 30 научных изданиях: 5 – в ведущих научных рецензируемых журналах, 2 – в изданиях, индексируемых в МБЦ

Scopus, 14 публикаций в других изданиях, в том числе материалы конференций, имеется 10 патентов на изобретение.

Тема и содержание диссертации соответствуют научной специальности 05.13.05.

Замечания по диссертационной работе. Наряду с несомненными научными достоинствами диссертационной работы, в ней имеют место некоторые замечания, которые можно отметить:

1. В работе не приведена методика коррекции режекторного фильтра.

2. Неубедительно доказательство адаптивности нечеткого регулятора

3. Обилие осциллограмм не всегда дает четкости в выводах.

Вместе с тем, отмеченные недостатки не снижают высокого научно-технического уровня и представленных в работе основных положений, и результатов диссертационной работы Титова Ю.К., выполненной на должном теоретико-практическом уровне и в полной мере соответствующей предъявляемым требованиям.

Заключение

Диссертационная работа Титова Юрия Константиновича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, а полученные результаты имеют научную новизну и практическую ценность. Диссертационная работа Титова Ю.К. соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям: в ней изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для улучшения характеристик и надежности функционирования элементов систем управления сложными техническими объектами (БРД). Соискатель Титов Ю.К. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Официальный оппонент:

д.т.н., профессор,

заведующий кафедрой

«Автоматизированные технологические
и информационные системы»

Уфимского государственного нефтяного
технического университета,
филиал в г. Sterlitaмак



Муравьева Е.А.

«20» 11 2019 г.

Муравьева Елена Александровна

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», филиал в г. Sterlitaмак.

453118, Республика Башкортостан,

г. Sterlitaмак, Проспект Октября, 2

Рабочий телефон: +7 (3473) 24-35-74

E:mail: muraveva_ea@mail.ru

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.06 –
Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами (в промышленности).

Подпись Муравьевой Е.А. заверяю.

