

МИНИСТЕРСТВО
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)

К. Маркса ул., д. 10, Казань, 420111
Тел.: (843) 238-41-10 Факс: (843) 236-60-32
E-mail: kai@kai.ru, http://www.kai.ru
ОКПО 02069616, ОГРН 1021602835275
ИНН/КПП 1654003114/165501001

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной
и инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «Казанский
Национальный исследовательский
Технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ

С.А.Михайлов/

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
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. Разработка устройств систем управления
недетерминированными объектами, такими как воздушно-реактивные
двигатели (ВРД), методами классической теории управления существенно
затруднена, а порой и практически невозможна. Для решения подобных
задач все большую значимость приобретает теория адаптивного нечеткого
управления и теория чувствительности.

Актуальность разработки регуляторов адаптивного нечеткого управления, адаптивных фильтров, обеспечивающих гарантированный запас устойчивости замкнутой системы управления определяется тем, что известные из научных публикаций результаты НИОКР по созданию устройств систем управления имеют существенные недостатки.

Нечеткая методология разрешения проблем управления гарантирует ее успешное использование в нечетких регуляторах систем управления, в частности в управлении воздушно-реактивными двигателями.

Несмотря на большое количество теоретических и прикладных работ, многообразие применяемых способов и методик исследования в области управления авиационными двигателями многие вопросы не являются полностью решенными. Поэтому решение вопросов, связанных с повышением эффективности управления авиационными двигателями в условиях непредсказуемых внешних и внутренних возмущений являются востребованными. Следовательно, диссертация Титова Ю.К. безусловно актуальна и перспективна с точки зрения предлагаемых в работе подходов и методов решения поставленных задач.

Оценка структуры и содержания работы. В первой главе выполнен анализ существующих устройств и реализованных в них методов управления ВРД.

Во второй главе рассмотрены модели и синтез адаптивных нечетких регуляторов.

В третьей главе для компенсации действия на САУ ВРД внешних и внутренних помех предложен метод построения адаптивного фильтра с применением функции чувствительности для количественной оценки текущей инерционности объекта управления (ВРД) и алгоритм расчета гарантируемого запаса устойчивости при вариациях годографа разомкнутой системы управления.

В четвертой главе приведены алгоритмы, программы и результаты реализации разработанных в рамках данной работы на основе предложенных

методов адаптивных нечетких регуляторов, фильтров, работающих в реальном времени в бортовой авиационной аппаратуре, на примере контуров управления параметрами ВРД, которые внедрены АО «ОДК-СТАР» в системы автоматического управления ТРДД средней и малой размерности.

Основные положения и выводы в полном объеме отражены в структуре диссертации. Решение поставленных задач раскрывается в строго определенной последовательности согласно критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования.

Приложения содержат копии актов внедрения, а также иллюстративный материал к основным разделам диссертационной работы.

Автореферат по структуре и содержанию достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. 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 нашли отражение в 31 публикации автора, относящихся к теме исследования. В их числе: 5 публикаций в ведущих рецензируемых научных изданиях, 2 публикации в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus, 10 патентов России на изобретения, а также 14 публикаций в других изданиях, в том числе в материалах конференций.

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

В рамках системного подхода в диссертации в должной степени использованы общенаучные методы, системный, ситуационный и процессный анализы, а также методы теории управления, имитационного моделирования, нечетких логических регуляторов, теории интеллектуальных

систем управления, 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 выступлений на многочисленных конференциях. Научная новизна исследования заключается в следующем.

1. Разработан оригинальный метод анализа и синтеза нечетких регуляторов управления двигателем, которые преобразует четкую информацию в нечеткую, отличающийся тем, что применяется адаптивный алгоритм, отвечающий требованиям, предъявляемым к бортовым встроенным системам реального времени.

2. Создан новый метод анализа и синтеза адаптивных фильтров, оригинальность которого заключается в том, что для улучшения фильтрующих свойств замкнутой системы управления учитывается количественное изменение инерционности объекта управления в разных режимах работы.

3. На основе модифицированного метод Найквиста предложен метод расчета гарантируемого запаса устойчивости контуров управления в виду неоднозначности амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик ВРД.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов. Основные положения и выводы диссертационного исследования дополняют и развивают теорию управления авиационными двигателями. Практическая значимость работы подтверждена актами о внедрении результатов работы при проектировании нечетких адаптивных регуляторов в контурах управления ВРД. Практическая значимость работы подтверждена также актами о внедрении результатов в проектную деятельность АО «ОДК-СТАР» и в учебный процесс Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Тема и содержание диссертации соответствуют научной специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Публикации Титова Ю.К. соответствуют теме диссертации.

Замечания по диссертационной работе:

1. Адаптивные фильтры (параграф 3.1) строятся не на основе инерционности объекта управления, а с использованием функции чувствительности.

2. Не понятно за счет чего обеспечивается повышение быстродействия при адаптивном нечетком управлении регулируемого объекта.

3. Имеют места редакционные неточности, например, на странице 7 автореферата утверждается, что работа состоит из 5 глав, хотя в диссертации их 4.

Вместе с тем, отмеченные замечания не являются определяющими в общей оценке диссертации Титова Ю.К. и представленных в работе основных положений, результатов и выводов.

Заключение. Диссертация Титова Юрия Константиновича на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения и разработки устройств систем управления режимами работы ВРД путем активного применения адаптивных нечетких регуляторов и адаптивных фильтров с расчетом гарантированного запаса устойчивости.

Диссертация Титова Ю.К. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на автореферат и диссертацию обсужден и утвержден на расширенном заседании кафедры «Автоматика и управление» «3» декабря 2019 г., протокол № 3.

Заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры автоматике и управления Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева – КАИ
доктор технических наук, профессор

_____ / Г.Л. Дегтярев /

Заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры приборов и информационно-измерительных систем Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева – КАИ
доктор технических наук, профессор

_____ / В.М. Солдаткин /

Дегтярев Геннадий Лукич

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Рабочий телефон: +7 (843) 238-91-69

E-mail: pnr@kai.ru

Солдаткин Владимир Михайлович

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Рабочий телефон: _____

E-mail: pnr@kai.ru

Подписи Дегтярева Г.Л. и Солдаткина В.М.

Подпись
заверяю. Начальник управления
делами КАИТУ-КАИ