



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36

Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

05 ФЕВ 2019

№ 104-439

На № _____ от _____

Учёному секретарю
Диссертационного совета
Д 212.125.08
Ю.В. Зуеву
125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д. 4.
ФГБОУ ВО МАИ

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Иванова Артёма Викторовича*
на тему «Технология комплексных полунатурных исследований
систем автоматического управления соосных винтовентиляторов
турбовинтовентиляторных двигателей»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.07.05 - "Тепловые, электроракетные двигатели
и энергоустановки летательных аппаратов".

Скорость и точность вычисления регулируемых параметров газотурбинного двигателя (ГТД) является важным фактором, обеспечивающим качественную работу его системы автоматического управления (САУ) и диагностики. В связи с этим разработка математической модели ГТД, используемой в контроллере САУ, вызывает значительный интерес многих авторов на протяжении последних двух десятилетий. Кроме этого, в настоящее время, наиболее **важным** применением полноразмерной математической модели ГТД является её использование в полунатурных испытательных стендах, на которых размещается натурный прототип контроллера системы управления, а двигатель заменяется своим математическим аналогом. Такой способ испытаний позволяет значительно сократить временные и финансовые затраты на разработку и доводку системы управления ГТД.

В связи с отсутствием необходимости иметь готовый образец двигателя, полунатурный стенд может использоваться на этапе, когда образец двигателя ещё не изготовлен. Однако, в этом случае возрастают требования к точности математической имитации физических процессов происходящих в ГТД. Такое требование возникает в связи с отсутствием эксперименталь-

ных данных ещё не изготовленного двигателя, которые можно было бы использовать для уточнения математической модели. Существующие способы кусочно-линейного моделирования нелинейного объекта управления (ГТД) не отвечают требованиям необходимой точности. Таким образом, задача разработки нелинейной математической модели ГТД повышенной точности, решаемая автором, является **актуальной**.

Автореферат обладает внутренним единством, содержит **новые научные** результаты о технологии полунатурных испытаний агрегатов САУ соосных винтовентиляторов. Диссертантом **впервые** разработана поузловая математическая модель турбовинтовентиляторного двигателя (ТВВД), отличающаяся от существующих учётом нелинейных свойств двигателя как объекта управления, что позволило повысить точность моделирования динамических характеристик ТВВД и адекватно использовать разработанную модель в стенде полунатурного моделирования для замыкания каналов управления и отработки систем контроля и диагностики. **Достоверность** результатов теоретических исследований подтверждена экспериментальными данными, полученными при испытаниях натурных образцов двигателей. Полученные автором **теоретические решения аргументированы** и оценены по сравнению с другими решениями рассматриваемой задачи.

Практическая значимость работы базируется на разработанной автором технологии полунатурных испытаний САУ соосных винтовентиляторов и подтверждена апробацией разработанной нелинейной математической модели ТВВД на стенде имитационного моделирования при полунатурных испытаниях двигателей Д-27 и ТВ7-117СТ в ОАО "НПП Аэросила".

Анализ автореферата показал, что работа **соответствует формуле специальности 05.07.05** – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов, поскольку рассматривает вопросы **методологии создания систем управления** двигателей и энергетических установок летательных аппаратов с целью повышения эффективности процессов их создания и испытания. Диссертация соответствует паспорту по пунктам 13, 18, 21, 22 областей исследований.

По оформлению автореферата имеются следующие замечания.

1. В автореферате отсутствует обязательный структурный элемент общей характеристики работы – степень разработанности темы (ГОСТ Р 7.0.11-2011, п. 9.2.1).

2. В заключении отсутствуют рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследований, которые необходимо было привести согласно ГОСТ Р 7.0.11-2011, п. 9.2.3.

3. Автореферат напечатан объёмом 1,75 п.л, однако в положении о присуждении учёных степеней п. 25: по диссертациям, принятым к защите, должен быть напечатан автореферат объёмом до 1 авторского листа для диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук.

4. Согласно п. 9 положения о присуждении учёных степеней: диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний. Однако в заключении в явном виде не отмечено, решение какой задачи, имеющей значение для отрасли, выполнено в работе.

По существу можно сделать следующие замечания.

5. На стр. 16 автореферата при описании содержания шестой главы некорректно употреблён термин идентификация. Как правило идентификация в математическом моделировании – построение регрессионной зависимости по набору экспериментальных данных. Однако, из смысла текста видно, что автором выполнено сравнение результатов моделирования процессов в двигателе с результатами натурных испытаний, т.е. проводилась оценка адекватности математической модели.

6. На стр. 16 автореферата в предпоследнем абзаце отмечено, что погрешность расчёта уточнённой ММ является допустимой. Однако не приводится количественная оценка погрешности, в связи с чем проверка сделанного вывода затруднительна.

7. На стр. 21 автореферата при описании седьмой главы сделан вывод, что генетический алгоритм для нахождения совместной точки работы компрессора и турбины в поэлементной нелинейной математической модели ТВВД Д-27 является неэффективным из-за недопустимо большого количества итераций для каждой расчётной точки переходного процесса при заданной точности расчёта. Такой вывод является неточным, поскольку алгоритм позволяет найти решение с заданной точностью, а значит с этой точки зрения он эффективный. Если эффективность, по мнению автора, низкая из-за низкой скорости вычислений, то чтобы делать такой вывод нужно приводить сравнение с другими более скоростными алгоритмами или с заданной величиной времени расчёта.

8. При описании разработанной математической модели (стр. 10, глава вторая) в автореферате отсутствует информация об исходных данных, по которым строилась математическая модель (характеристики компрессора и турбины, инерционные свойства ротора, физические свойства газа в проточной части двигателя – какие особенности). Приведены лишь математические уравнения используемых физических законов, а также входные и выходные параметры математической модели.

Однако, отмеченные недостатки носят частный характер и не влияют на общую **положительную** оценку работы. Недостатков, ставящих под сомнение справедливость какого-либо результата, не обнаружено.

Диссертация Иванова Артёма Викторовича является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям "Положения о присуждении учёных степеней", утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции от 01.10.2018), содержит решение важной задачи, направленной на совершенствование методологии создания систем управления газотурбинных двигателей, что имеет существенное значение для развития авиадвигательной отрасли страны. Автор работы – Иванов Артём Викторович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - "Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов".

Отзыв составил:

д.т.н., доцент, профессор кафедры
автоматических систем
энергетических установок
Самарского университета

Макарьянц Георгий Михайлович

443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, Самарский университет,
рабочий телефон (846) 267-46-59, e-mail: georgy.makaryants@gmail.com

