

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
генерального директора  
АО "Ульяновское конструкторское  
бюро приборостроения", к.т.н.

В.П. Деревянкин  
" 5 " 2019 г.



### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ефременкова Ивана Валерьевича «Моделирование и расчет взаимодействия вращающихся упругих винтов с газами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация Ефременкова И.В. направлена на разработку программной среды, реализующей метод математического моделирования динамического взаимодействия упругих винтов с окружающей средой с использованием конечно-элементного расчета.

В первой главе рассматриваются методы и способы моделирования аэродинамических задач средствами САЕ-систем, приводится описание возможностей и ограничений по использованию инструментария программных комплексов, формируются цели и задачи на основе проведенного исследования по существующим программным продуктам. Во второй главе приводятся математические формулировки описания континуальных и дискретных моделей для решения задач аэрогидродинамики, формируется поэтапно метод расчета частот резонансных колебаний упругих тел в результате динамического взаимодействия с окружающей средой. Третья глава содержит численное

описание конечного элемента и его структуру, оформленную на языке программирования Fortran, рассматривается алгоритм создания нового конечного элемента с использованием ортогональных финитных функций для расчета задач теории упругости в постановках 2D и 3D, проведено исследование по получаемым результатам точности и скорости с применением нового конечного элемента. В четвертой главе формируется программная среда на основе модульного строения. Каждый модуль программной среды выполняет конкретную работу в процессе постановки, решения и анализа результатов задачи аэрогидродинамики с использованием упругих тел, также приведено описание работы каждого модуля программной среды. В пятой главе приводятся примеры решенных актуальных технических задач динамического взаимодействия упругих тел с окружающей средой с применением программной среды, реализующей новый метод и конечный элемент на основе ортогональных финитных функций.

Актуальность и новизна работы несомненна, поскольку программные продукты зачастую имеют ограниченный инструментарий для пре- и постпроцессорной обработки данных и характеризуются высокими требованиями к аппаратной части вычислительных систем, при этом большинство из них имеют ограничения при учете деформаций твердых тел при взаимодействии с окружающей средой. Кроме того, разработанные метод и конечные элементы могут найти применение и в прочих некоммерческих программных продуктах.

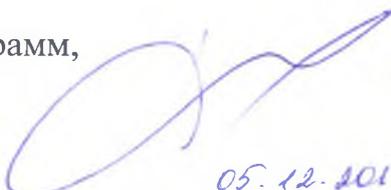
В качестве замечаний к автореферату следует указать следующее:

1. Отсутствует математическое описание континуальной модели окружающего пространства и её взаимодействия с упругим телом.
2. В работе не приведены графические результаты применения нового конечного элемента.
3. Не представлены технические возможности разработанной программной среды.

Указанные недостатки не являются существенными, не влияют на общую положительную оценку представленной работы и не снижают ценности и достоверности полученных результатов.

В целом диссертация «Моделирование и расчет взаимодействия вращающихся упругих винтов с газами» представляет собой законченный научный труд, соответствует требованиям ВАК, а ее автор Ефременков Иван Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Начальник управления программ,  
ученый секретарь НТС, к.т.н.



05.12.2019

Д.Л. Федоров

Специальность 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Начальник ТРБ-1, к.т.н.



05.12.19

А.В. Семенов

Специальность 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения»,  
432071, г. Ульяновск, ул. Крымова, 10а, тел. (8422) 43-43-76,  
e-mail: [inbox@ukbp.ru](mailto:inbox@ukbp.ru)

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ефременкова Ивана Валерьевича «Моделирование и расчет взаимодействия вращающихся упругих винтов с газами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Математическое моделирование и создание численных методов исследования созданных моделей является актуальной задачей при создании новой техники в авиастроении и других отраслях промышленности.

Основной задачей, решаемой в настоящей диссертации является создание и исследование математических моделей динамического взаимодействия упругих винтов с окружающей средой с использованием конечноэлементного расчета, а также программной среды, реализующей эти модели и алгоритм.

Научная новизна заключается в создании и исследовании конечноэлементного метода математического моделирования динамических процессов аэрогидроупругости, связанного с использованием ОФФ, в его программной реализации, верификации и в получении решений актуальных технических задач, создающих возможности повышения уровня проектирования лопастей винтов.

Цель и задачи исследования отражают сущность проведенной исследовательской работы, применены методы адекватно поставленным цели и задачам.

Достоверность приведенных в диссертационной работе результаты определяются корректным использованием теории моделирования, численных методов и методов программирования.

Замечания по автореферату:

- на графиках (рис. 14) вследствие мелкого шрифта и неточности изображения трудно оценить параметры, приведенные там;

- стр. 13 непонятен термин «изготовлении винта из спрессованных досок», т. к. прессование относится, в основном, к композитам;

- так как лопасть винта должна обладать хорошими аэродинамическими свойствами, то почему в работе стр. 17 рекомендована «... установка дополнительных конструктивных элементов на её поверхности для увеличения прочностных показателей».

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы и её научно-практической ценности.

По результатам, представленным в автореферате можно констатировать, что диссертационная работа выполнена на достаточно высоком уровне, имеет важное практическое значение, является самостоятельным, завершённым исследованием и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Результаты диссертационной работы достаточно полно изложены в статьях и неоднократно докладывались на научных конференциях различного уровня, а также нашли подтверждение в патентах и актах внедрения.

Считаю, что автор диссертационной работы «Моделирование и расчет взаимодействия вращающихся упругих винтов с газами» Ефременков Иван Валерьевич заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Заместитель начальника филиала по науке  
Ульяновский научно-технологический центр  
ФГУП «ВИАМ»,

доктор технических наук,  
доцент (специальность–05.17.06

«Технология и переработки  
полимеров и композитов»)

 /Постнов Вячеслав Иванович

ул. Врача Михайлова, 33, Ульяновск, Ульяновская обл., 432010

27.11.2019г.  
(дата)