

## Результаты публичной защиты

Дата защиты: **11 октября 2018 г.**

Соискатель: **Бобков Владимир Георгиевич.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему: «Численное моделирование обтекания винта вертолёта и определение аэроакустических характеристик».

Специальность 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

На заседании председательствует – заместитель председателя диссертационного совета, член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., профессор **В.Ф. ТИШКИН.**

Ученый секретарь – к.ф.-м.н. **М.А. КОРНИЛИНА.**

На заседании из 25 членов диссертационного совета присутствовали 18, из них 6 докторов по профилю рассматриваемой диссертации:

1.	ТИШКИН В.Ф.	д.ф.-м.н.	01.01.07
2.	КАЛИТКИН Н.Н.	д.ф.-м.н.	01.02.05
3.	КОРНИЛИНА М.А.	к.ф.-м.н.	05.13.18
4.	АНДРЕЕВ В.Б.	д.ф.-м.н.	01.01.07
5.	ВАСИЛЕВСКИЙ Ю.В.	д.ф.-м.н.	01.01.07
6.	ГАСИЛОВ В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.05
7.	ДОЛГОЛЕВА Г.В.	д.ф.-м.н.	01.01.07
8.	ЗМИТРЕНКО Н.В.	д.ф.-м.н.	01.02.05
9.	КАРАМЗИН Ю.Н.	д.ф.-м.н.	01.01.07
10.	КОВАЛЕВ В.Ф.	д.ф.-м.н.	05.13.18
11.	КОЗЛОВ А.Н.	д.ф.-м.н.	01.02.05
12.	КУЛЕШОВ А.А.	д.ф.-м.н.	05.13.18
13.	ЛУЦКИЙ А.Е.	д.ф.-м.н.	01.02.05
14.	МАЖУКИН В.И.	д.ф.-м.н.	05.13.18
15.	МИХАЙЛОВ А.П.	д.ф.-м.н.	05.13.18
16.	ПОЛЯКОВ С.В.	д.ф.-м.н.	01.01.07
17.	ШПАТАКОВСКАЯ Г.В.	д.ф.-м.н.	05.13.18
18.	ЯКОБОВСКИЙ М.В.	д.ф.-м.н.	05.13.18

На заседании 11 октября 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Бобкову Владимир Георгиевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

По результатам публичной защиты диссертационный совет принял следующее заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.024.03,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ  
ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М.В. КЕЛДЫША РАН»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 11.10.2018 № 21

О присуждении **Бобкову Владимир Георгиевичу**, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Численное моделирование обтекания винта вертолёта и определение аэроакустических характеристик», представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 14 июня 2018 года (протокол заседания №16/пз) диссертационным советом Д002.024.03 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», 125047, Москва, Миусская пл., д. 4. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки России №105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель **Бобков Владимир Георгиевич** 1979 года рождения.

В 2001 году соискатель окончил факультет вычислительной математики и кибернетики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ).

В 2007 г. соискатель окончил заочную аспирантуру РАН по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В настоящее время соискатель работает в Федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук» в должности научного сотрудника.

Диссертация выполнена в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

**Научный руководитель – Козубская Татьяна Константиновна**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник отдела 16 ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

**Научный консультант – Аникин Виктор Андреевич**, доктор технических наук, главный конструктор АО «Камов»;

**Официальные оппоненты:**

**Кусюмов Александр Николаевич**, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры аэрогидродинамики Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н.Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ);

**Ивчин Валерий Андреевич**, кандидат технических наук, заместитель главного конструктора по аэродинамике и динамике вертолета в АО «Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля» дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва, в своем **положительном** отзыве, составленном **Игнаткиным Юрием Михайловичем**, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой 102 «Проектирование вертолетов» и **Колесником Сергеем Александровичем**, доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры 806 «Вычислительная математика и программирование» и утвержденным **Равиковичем Юрием Александровичем**, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе указала, что диссертация Бобкова В.Г. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне, которая решает задачу численного моделирования винта вертолета в режиме осевого обтекания, имеющую существенное значение для создания и совершенствования авиационной техники. Диссертационная работа «Численное моделирование обтекания винта вертолета и определение аэроакустических характеристик» удовлетворяет всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Бобков Владимир Георгиевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Ведущая организация указала, что разработанный соискателем программный комплекс внедрен в практическую деятельность АО «Камов» и может быть использован на отечественных вертолетостроительных предприятиях «Московский вертолетный завод им. М. Л. Миля», «Казанский вертолетостроительный завод», а также в исследовательских институтах таких как «ЦАГИ им. проф. Н.Е. Жуковского» и «Московский авиационный институт».

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 24 работы, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 7 работ:

1. Численное моделирование аэродинамических и акустических характеристик винта в кольце / И. В. Абалакин, П. А. Бахвалов, В. Г. Бобков, Т. К. Козубская, В. А. Аникин // Математическое моделирование. — 2015. — Т. 27, №10. — С. 125—144.

2. Численное исследование аэродинамических и акустических свойств винта в кольце / И. В. Абалакин, В. А. Аникин, П. А. Бахвалов, В. Г. Бобков, Т. К. Козубская // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. — 2016. — № 3. — С. 130—145.
3. Бахвалов П. А., Бобков В. Г., Козубская Т. К. Применение схем с квазиодномерной реконструкцией переменных для расчётов на неструктурированных скользящих сетках // Математическое моделирование. — 2016. — Т. 28, № 8. — С. 13—32.
4. Бахвалов П. А., Бобков В. Г., Козубская Т. К. Технология расчёта акустических пульсаций в дальнем поле при расчёте во вращающейся системе координат // Матем. моделирование. — 2017. — Т. 29, № 7. — С. 94—108.
5. Абалакин И. В., Бобков В. Г., Козубская Т. К. Разработка метода расчёта течений с малыми числами Маха на неструктурированных сетках в программном комплексе NOISEtte // Математическое моделирование. — 2017. — Т. 29, № 4. — С. 101—112.
6. Абалакин И. В., Бобков В. Г., Козубская Т. К. Многомодельный подход к оценке аэродинамических и акустических характеристик винта вертолета с помощью вычислительного эксперимента // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. — 2018. — № 47. — DOI: 10.20948/prepr-2018-47.
7. Бобков В. Г. Разработка и автоматическое регрессионное тестирование программного комплекса NOISEtte // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. — 2018. — № 32. — DOI: 10.20948/prepr-2018-32.

Общий объем публикаций в изданиях из перечня ВАК – 12.3 усл. печ. л., авторский вклад соискателя 5.6 усл. печ. л. Две статьи написаны соискателем полностью самостоятельно.

На комплексы программ, созданные в ходе работы над диссертацией, получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ:

1. Проблемно-ориентированный программный комплекс NOISEtte.Rotor для расчета аэродинамических и акустических характеристик винта // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015661493 (дата регистрации 29.10.2015 г.) / И. В. Абалакин, П. А. Бахвалов, В. Г. Бобков, А. Горобец, А. Дубень, Т. К. Козубская. — 2015.
2. Абалакин И. В., Бобков В. Г. Программа NOISEtte.forces для расчета аэродинамических сил, действующих на обтекаемое тело // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016662466 (дата регистрации 11.11.2016 г.) — 2016.
3. Бобков В. Г. Программа NOISEtte.meshconvert для преобразования неструктурированных сеток из сторонних форматов в формат NOISEtte // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016662249 (дата регистрации 03.11.2016 г.) — 2016.

Работы [1] и [2] соискателя посвящены численному моделированию винта в кольце с использованием модели на основе системы уравнений Навье–Стокса, записанной в неинерциальной вращающейся системе координат. Для четырехлопастной конфигурации приведено сравнение результатов численного эксперимента с экспериментальными данными, которое показывает хорошее согласование. Работа [3] посвящена обобщению консервативной объёмно-центрированной схемы на основе квазиодномерной реконструкции переменных для решения уравнений Эйлера на блочных трёхмерных неструктурированных сетках со скользящими интерфейсами. В работе [4] соискателем подробно описана оригинальная методика на основе подхода Фокса-Уильямса-Хокинга для определения акустических пульсаций в дальнем поле течения в том случае, когда расчёт в ближнем поле проводится во вращающейся системе координат. Работа [5] соискателя посвящена разработке методики расчёта течений с малыми числами Маха на неструктурированных сетках на основе метода Роу и реберно-ориентированных вершинноцентрированных схем повышенной точности. В работе [6] соискателем предложен многомодельный подход для расчета аэродинамических и акустических характеристик винта вертолета, позволяющий оптимальным образом выбрать модель газодинамического течения около винта и генерируемого им шума в дальнем поле в зависимости от режима эксплуатации винта и целей вычислительного эксперимента. Работа [7] соискателя посвящена описанию алгоритмов и подходов, использованных при разработке системы автоматического регрессионного тестирования программного комплекса NOISEtte.

Научные статьи отражают основные результаты диссертационного исследования. Недостоверных сведений в тексте диссертации об опубликованных соискателем работах не выявлено.

На автореферат и диссертацию поступили отзывы ведущей организации, отзывы оппонентов, также поступило 3 отзыва на автореферат. Все отзывы **положительные**. Отзывы содержат ряд замечаний:

*В отзыве ведущей организации ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» МАИ:*

1. В диссертации на стр. 44 в формуле для осредненного давления допущена ошибка – размерность интеграла не совпадает с размерностью давления.
2. В разделе 2.3, посвященном верификации методики моделирования акустических характеристик в дальнем поле, в постановке верификационной задачи предполагается измерение пульсаций давления в точках сильно удаленных от источников, однако выбранные контрольные точки располагаются на расстоянии 106 радиусов контрольной поверхности от источника, которое представляется недостаточно большим.

3. Не приведено решений задач, позволяющих судить о точности реализованного алгоритма определения акустических характеристик винта в дальнем поле.
4. В задаче о моделировании винта АО «Камов» на графике поляры винта при сравнении результатов расчета с экспериментальными данными приведены только результаты DES-расчета, что не позволяет в полной мере судить о качестве используемой модели.

*В отзыве официального оппонента д.ф.-м.н. Кусюмова А.Н.:*

1. В некоторых разделах работы используются специфические обозначения, не встречающиеся в литературе. В частности, возможно по этой причине в некоторых выражениях складываются величины, которые в общепринятых обозначениях имеют различную размерность.
2. При постановке граничных условий к уравнениям RANS на стр. 28 не вполне понятен принцип определения параметров внутри газодинамической области (слишком размытое определение) для последующего определения параметров удаленного потока через характеристические соотношения.
3. Не ясно с какой целью формулируется условие непротекания (1.10) для вязкой жидкости, если как отмечалось в рукописи ранее на стр.28 «... на твердой границе ставиться условие прилипания, то есть условие равенства нулю величины вектора скорости».
4. В выводах к первой главе сказано, что «Результатом проведенных в первой главе исследований является построение карты моделей...». На мой взгляд, утверждение о проведенных исследованиях является слишком «сильным», поскольку карта моделей (которая, сама по себе не содержит ошибок или противоречий) построена исключительно на основе рассуждений автора и без ссылки на проведенные автором исследования или литературные источники.
5. На стр. 121 автор утверждает: «Очевидно, что результат использования схемы первого порядка непригоден для анализа вихревой структуры течения, и, как следствие, для анализа акустических свойств винта». Вообще говоря схемы первого порядка по пространственным переменным используются только на начальном этапе моделирования, а затем производится переход к схемам второго порядка. Поэтому данное утверждение следовало бы рассматривать именно по отношению к схемам второго порядка.
6. На рис. 4.17 и 4.18 представлены аэродинамические силы и коэффициенты в зависимости от угла установки лопасти. Из представленных рисунков и описания к ним следует различный характер поведения сил и их коэффициентов (при сопоставлении результатов расчетов и эксперимента).
7. Из рукописи диссертации не вполне понятно, чем принципиально отличаются постановки для разделов 4.3 и 4.4: для винта из раздела 4.3 «наиболее слабый звук детектируется на оси вращения винта», а для

винта из раздела 4.4 – напротив «максимум уровня звукового давления находится в области оси вращения винта, а не в плоскости вращения».

*В отзыве официального оппонента д.т.н. Ивчина В.А.:*

1. Отсутствует разъяснения таких терминов, примененных в диссертации, как "проблемно-ориентированный комплекс", "промышленно-ориентированный комплекс".
2. В работе обсуждаются различные режимы полета и их возможное моделирование, хотя практически решена только задача осесимметричного обтекания винтов вертолета и винта в кольце на режимах с нулевой поступательной скоростью.
3. Отсутствуют сравнения с аналогичными работами, выполненными другими авторами, например, В.А. Ивчиным и В.Г. Судаковым, Л.И. Гариповой.
4. При расчетах винта в кольце необходимо сравнить характеристики винта в кольце и изолированного винта при оценке относительного КПД винта.
5. В работе отсутствуют исследования по влиянию границ ближнего поля на точность расчета акустических параметров винтов в дальнем поле.

*В отзыве на автореферат д.т.н. Крицкого Б.С. и к.т.н. Миргазова Р.М., ЦАГИ им. проф. Н.Е.Жуковского:*

1. Из текста автореферата не ясно, из каких соображений построена «карта моделей», приведенная на стр. 16.
2. На рис. 7, стр. 23. представлена поляра винта в конфигурации «винт в кольце». Однако характеристики самого кольца не приведены, тогда как тяга кольца в подобных конструкциях сравнима с тягой винта и является важной характеристикой конфигурации.
3. На рис. 9, стр. 24 приведено сравнение вихревых структур полученных в расчетах с использованием RANS- и DES-подходов, но не приводится сравнение аэродинамических характеристик винта, полученных с использованием этих моделей, как между собой, так и с экспериментальными данными, что не позволяет судить о преимуществе использования того или иного подхода.

*В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Титарева В.А., ФГУ «Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН):*

1. В качестве замечания следует отметить использование в расчетах не полной конфигурации винта, а одного сектора (одной лопасти). В случае нестационарных задач такая постановка можно вносить некоторые неточности в результаты, хотя и безусловно заметно ускоряет вычисления.

*В отзыве на автореферат ген. директора Ворошина Д.В., ООО «Нумека»:*

1. В автореферате и тексте диссертации не приводятся данные о вычислительных ресурсах, задействованных в том или ином расчете.

2. Из текста автореферата не ясно, проводилось ли сравнение численных результатов с результатами других свободных и коммерческих CFD-пакетов.
3. В работе моделируется изолированный винт без учета фюзеляжа вертолета, как правило, этого достаточно для корректного определения тяги и крутящего момента винта, однако такой подход может привести к значительным искажениям при моделировании акустических характеристик вертолета.

Во всех отзывах отмечается, что указанные замечания не являются существенными и не снижают общей ценности работы. Основные результаты работы в достаточной мере отражены в публикациях и изданиях из перечня ВАК, прошли апробацию на многочисленных международных и всероссийских конференциях и семинарах. Работа ясно изложена и хорошо оформлена. По актуальности решаемой проблемы, научной новизне, научной и практической значимости, а также достоверности научных результатов диссертация удовлетворяет требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Обоснованность привлечения **научного консультанта** подтверждается необходимостью экспертных консультаций в области конструирования винтов вертолета, а также необходимостью использования актуальных экспериментальных данных современных промышленных конфигураций винтов вертолета для валидации разработанной соискателем модели и программного комплекса.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их широко известной компетенцией в вопросах обтекания винта вертолета, как с точки зрения численного моделирования, так и с точки зрения практического конструирования и испытаний новых моделей винтов, что подтверждается многочисленными научными публикациями, такими как:

1. Диизи Ф., Баракос Д., **Кусюмов А.Н.**, Кусюмов С.А., Михайлов С.А. DES-моделирование обтекания несущего винта вертолета // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2018. – № 1. С. 40-46.
2. Диизи Ф., Баракос Г., Гарипова Л.И., **Кусюмов А.Н.**, Михайлов С.А. Аэроупругое CFD/CSD-моделирование несущего винта при высокоскоростном горизонтальном полете // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2017. – № 2. – С. 36-42.
3. Есаулов С.Ю., Мясников М.И., Ильин И.Р., **Ивчин В.А.**, Методы получения линейных математических моделей вертолета высокого порядка с учетом динамики несущего винта // Полет, Общероссийский научно-технический журнал. – 2018. – № 5. – С.21-32.
4. Артамонов Б.Л., Кузнецов А.В., **Ивчин В.А.**, Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик корпусов вертолета

семейства Ми8/17 различных модификаций // Полет, Общероссийский научно-технический журнал. – 2017. – № 3-4. – С. 3-17.

5. **Игнаткин Ю.М.**, Макеев П.В., Шомов А.И. Численное моделирование несущего винта при висении вблизи земли в условиях ветра на базе нелинейной лопастной вихревой модели // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». – 2018. – №6. – С. 68-76.
6. **Игнаткин Ю.М.**, Константинов С.Г., Макеев П.В., Шомов А.И. Численное моделирование обтекания несущего винта на режиме косо́й обдувки на базе нелинейной вихревой модели и методом RANS с моделью турбулентности Spalart-Allmaras // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». – 2018. – №5. – С. 48-60.
7. **Колесник С.А.**, Формалев В.Ф., Селин И.А. Математическая модель и программный комплекс сопряженного теплообмена между вязкими газодинамическими течениями и охлаждаемыми лопатками газовых турбин. // Труды МАИ. – 2015. – №80.
8. Формалев В.Ф., **Колесник С.А.** Методика, алгоритм и программный комплекс по определению теплового состояния охлаждаемых микроракетных двигателей // Труды МАИ. – 2014. – №78.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

- 1) **Разработана** методика промышленно-ориентированного моделирования обтекания винта вертолета на основе системы уравнений Навье – Стокса в неинерциальной системе координат. В рамках методики **предложена** карта моделей, позволяющая сделать выбор оптимального с точки зрения ресурсоемкости подхода в зависимости от режима полета вертолета и целей исследования.
- 2) **Разработан оригинальный** численный алгоритм расчета акустических характеристик винта вертолета на основе интегрального метода Фокса Уилльямса – Хокинга для оценки шума в дальнем поле, в котором использование разных систем координат (вращающейся неинерциальной системы для моделирования течения около винта и системы, связанной с фюзеляжем, для определения контрольной поверхности) позволяет обойти трудности, связанные с вычислением пространственно-временного интеграла с особенностью.
- 3) **Создан** проблемно-ориентированный комплекс программ для расчета аэродинамических и акустических характеристик винта вертолета, который передан для использования в АО «Камов».
- 4) С помощью разработанной методики численного моделирования **проведены расчеты и определены аэродинамические и акустические характеристики** винтов трех промышленных конфигураций: компоновки «винт в кольце» АО «Камов», модельного несущего винта АО «Камов» и модельного несущего винта КНИТУ-КАИ.

**Теоретическая значимость** работы заключается в построении новой математической модели для описания распространения акустических колебаний в дальнем поле вращающегося винта на основе интегрального метода Фокса Уильямса-Хокинга, с параметризацией контрольной поверхности в инерциальной системе координат. В работе построена карта моделей, позволяющая оптимальным образом выбрать математические модели в зависимости от режима эксплуатации винта и требований по составу и точности определяемых характеристик. Методика, составляющие ее алгоритмы и реализующие их программные модули, описанные в диссертации, **могут быть использованы** для разработки отечественных программных комплексов, предназначенных для проведения численных экспериментов на суперкомпьютерах с целью получения аэродинамических и акустических характеристик несущих винтов вертолета различных конфигураций в широком диапазоне режимов эксплуатации.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается успешным **внедрением** разработанного в ходе диссертационной работы проблемно-ориентированного программного комплекса, реализующего предложенные алгоритмы и методы в практическую деятельность АО «Камов».

**Достоверность** результатов исследования подтверждается хорошим согласованием результатов численного эксперимента с имеющимися результатами натурных экспериментов. Достоверность изложенных в работе результатов обеспечивается использованием современных апробированных подходов к моделированию физических процессов, верификацией предложенных численных методик на тестовых задачах с известными точными решениями.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке методик промышленно-ориентированного моделирования обтекания винта вертолета с использованием полного газодинамического описания в неинерциальной вращающейся системе координат, разработке алгоритма расчета акустических характеристик винта вертолета на основе интегрального метода Фокса Уильямса – Хокинга, реализации разработанных методик в программном комплексе, проведении и анализе результатов численных экспериментов.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация соискателя Бобкова Владимир Георгиевича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, содержащую решение актуальных практических задач и вносящую существенный вклад в развитие вычислительной гидродинамики и аэроакустики. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертация соответствует требованиям Положения «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту

специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

На заседании 11 октября 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Бобкову Владимиру Георгиевичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них - 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета Д 002.024.03

В.Ф. Тишкин

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 002.024.03

М.А. Корнилина

11 октября 2018 года