

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.13, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 12 октября 2018 года публичной защиты диссертации Ни Александра Эдуардовича «Ламинарные и турбулентные режимы термогравитационной конвекции в замкнутых областях с локальными источниками радиационного нагрева» по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

На заседании присутствовали 20 из 26 членов диссертационного совета, из них 6 докторов наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы:

1.	Христенко Юрий Федорович, заместитель председателя диссертационного совета	д-р техн. наук	01.02.04
2.	Пикущак Елизавета Владимировна, ученый секретарь диссертационного совета	канд. физ.-мат. наук	01.02.05
3.	Архипов Владимир Афанасьевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
4.	Бубенчиков Алексей Михайлович	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
5.	Бутов Владимир Григорьевич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
6.	Ворожцов Александр Борисович	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
7.	Глазунов Анатолий Алексеевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
8.	Глазырин Виктор Парфирьевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
9.	Зелепугин Сергей Алексеевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
10.	Крайнов Алексей Юрьевич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
11.	Люкшин Борис Александрович	д-р техн. наук	01.02.04
12.	Макаров Павел Васильевич	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
13.	Прокофьев Вадим Геннадьевич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
14.	Скрипняк Владимир Альбертович	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
15.	Старченко Александр Васильевич	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
16.	Тимченко Сергей Викторович	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
17.	Черепанов Олег Иванович	д-р физ.-мат. наук	01.02.04
18.	Шрагер Геннадий Рафаилович	д-р физ.-мат. наук	01.02.05
19.	Шрагер Эрнст Рафаилович	д-р физ.-мат. наук	01.04.14
20.	Якутенок Владимир Альбертович	д-р физ.-мат. наук	01.02.05

Заседание провёл заместитель председателя диссертационного совета доктор технических наук, старший научный сотрудник Христенко Юрий Федорович.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить А.Э. Ни учёную степень кандидата физико-математических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.13
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования**

«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Министерства образования и науки Российской Федерации

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12.10.2018 № 344

О присуждении **Ни Александру Эдуардовичу**, гражданину Республики Казахстан, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Ламинарные и турбулентные режимы термогравитационной конвекции в замкнутых областях с локальными источниками радиационного нагрева»** по специальности **01.02.05** – Механика жидкости, газа и плазмы принята к защите 05.07.2018, протокол № 338, диссертационным советом Д 212.267.13 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012).

Соискатель **Ни Александр Эдуардович**, 1990 года рождения.

В 2014 году соискатель окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

С 01.09.2015 очно обучается в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Работает в должности ассистента научно-образовательного центра И. Н. Бутакова в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена в научно-образовательном центре И. Н. Бутакова федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, **Кузнецов Гений Владимирович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Научно-образовательный центр И. Н. Бутакова, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Демин Виталий Анатольевич, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», кафедра теоретической физики, заведующий кафедрой

Матвиенко Олег Викторович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра теоретической механики, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук**, г. Ижевск, в своем положительном отзыве, подписанном **Карповым Александром Ивановичем** (доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической механики) и **Шаклеиным Артемом Андреевичем** (кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории физико-химической механики), указала, что, несмотря на достаточную проработку теории переноса энергии излучением, имеется очень мало информации о соответствующих процессах, протекающих при радиационном теплообмене – конвективном и

кондуктивном теплопереносе. Так, совместный перенос теплоты естественной конвекцией и излучением встречается во многих инженерных системах. Актуальность темы исследования А. Э. Ни обусловлена тем, что для эффективного использования источников лучистой энергии необходима теория, адекватно описывающая комплекс процессов, протекающих при подводе теплоты к локальным ограниченными (или полугораниченными) в пространстве объемами источниками радиационного нагрева (например, газовыми инфракрасными излучателями). Кроме того, тематика диссертационной работы относится к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники РФ (п.8. «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика») и входит в перечень критических технологий РФ («Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии»). А. Э. Ни сформулирована математическая модель совместно протекающих процессов конвективного, кондуктивного и лучистого теплопереноса в замкнутых прямоугольных областях в условиях ламинарного и турбулентного течения газа в сопряженной постановке в системе «газ-твердое тело» при наличии локального источника лучистого нагрева. Разработан вычислительный алгоритм для расчета задачи гидродинамики и теплообмена, а также выполнена его программная реализация в программном пакете matlab. Обоснована возможность использования закона Ламберта при описании распределения лучистой энергии по поверхностям нагрева на основании проведенных сравнений результатов расчетов с известными экспериментальными данными. Впервые проведено сравнение двух энергосберегающих систем отопления помещений: «теплый пол» и панельно-лучистое отопление. Показано, что при использовании инфракрасного излучателя изменение степени черноты внутренней поверхности камеры в пределах от 0 до 0.9 приводит к существенному возрастанию средней безразмерной температуры газа в отличие от использования системы «теплый пол». Разработанная автором математическая модель, методика численных расчетов и реализованные в виде программного комплекса алгоритмы могут найти применение как в учебном процессе, так и в исследованиях, направленных на

развитие теории механики жидкости и газа, в частности – конвективных течений в замкнутых областях, возникающих при наличии локальных источников радиационного нагрева, в различных научных и учебных заведениях. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, могут быть использованы в качестве рекомендаций при проектировании и модернизации систем отопления жилых и производственных помещений и пассивных систем охлаждения тепловыделяющих элементов.

Соискатель имеет 38 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 27 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 2, статей в зарубежных научных журналах, индексируемых Web of Science и / или Scopus – 13, статья в научном журнале – 1, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ – 4, публикаций в сборниках материалов международных научных, и научно-практических конференций, симпозиума, форума, и всероссийской научной конференции – 7. Общий объем публикаций – 9,7 а.л., авторский вклад – 6,49 а.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Кузнецов Г. В. Численный анализ термогравитационной турбулентной конвекции в замкнутой прямоугольной области с радиационным источником энергии / Г. В. Кузнецов, А. Э. Ни // Теплофизика и аэромеханика. – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 409–417. – 0,56 / 0,28 а.л.

2. Kuznetsov G. V. Mathematical modelling of conjugate heat transfer and fluid flow inside a domain with a radiant heating system / G. V. Kuznetsov, N. I. Kurilenko, A. E. Nee // International Journal of Thermal Sciences. – 2018. – Vol. 131. – P. 27–39. – DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2018.05.010. – 0,81 / 0,45 а.л. (*Web of Science*)

3. Kuznetsov G. V. Modelling of the conjugate natural convection in a closed system with the radiant heating source radiant energy distribution by Lambert's cosine law / G. V. Kuznetsov, **A. E. Nee** // Thermal Science. – 2018. – Vol. 22, is. 1, part B. – P. 591–601. – DOI: 10.2298/TSCI160120256K. – 0,69 / 0,35 а.л. (*Scopus*)

На автореферат поступило 8 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. В. И. Терехов, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник Лаборатории термогазодинамики Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН *с замечаниями*: о формулировке третьего пункта научной новизны работы о том, что «... конвективное число Нуссельта изменяется несущественно при варьировании основных значимых факторов (число Релея, степень черноты и др.) в условиях ламинарного режима течения; в работе слабо отражена часть, связанная с турбулентным режимом течения и отсутствии условных обозначений.

2. А. А. Завалий, д-р техн. наук, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин Академии биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского *с замечаниями*: о формулировке цели рассматриваемой работы; о некоторых аспектах практической значимости работы; о коммерческом пакете ANSYS FLUENT, который не имеет ограничений на решение задач сопряженного теплообмена при наличии стенок с заданными геометрическими и теплофизическими свойствами; о используемой модели прямого численного моделирования в разделе 3.6 диссертационной работы; о приведенных сравнениях расчетных значений температур с экспериментально измеренными значениями температур; о некорректном использовании термин «радиационная температура»; выполненное сравнение системы инфракрасного локального нагрева и системы «теплый пол» для помещений не показательно, так как обе эти системы не обеспечивают необходимой степени комфорта в помещении без источников теплоты на ограждающих стенах.

3. А. В. Буданов, д-р физ.-мат. наук, доц., заведующий кафедрой физики, теплотехники и теплоэнергетики Воронежского государственного университета инженерных технологий *с замечанием*: о сравнении результатов расчета с экспериментальными данными, взятыми из литературных источников, и рекомендацией, что в автореферате было

бы полезно указать, при каких параметрах моделирования достигается согласие с экспериментом.

4. С. А. Исаев, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий лабораторией фундаментальных исследований Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации *с замечаниями*: о желании проанализировать бэкграунд работы, охарактеризовать конкретные прототипы и выделить «белые пятна», устранению которых посвящена работа; не представлено обоснование сеточной сходимости результатов, о большом расхождении данных экспериментов и численных прогнозов на рис.3.; о рассмотрении турбулентного режима термогравитационной конвекции..

5. В. В. Бухмиров, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Теоретические основы теплотехники» Ивановского государственного энергетического университета имени В.И. Ленина, **М. В. Пророкова**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Теоретические основы теплотехники» Ивановского государственного энергетического университета имени В.И. Ленина *с замечаниями*: в автореферате не обоснован выбор граничных условий на границах области объекта исследования; почему в уравнении теплопроводности в безразмерном виде (уравнения (4) и (5) на с.9 автореферата) использованы два безразмерных критерия времени - безразмерное время и критерий Фурье Fo ; анализ сравнения систем лучистого отопления и системы «теплый пол» выполнен не совсем корректно; анализ содержания автореферата затрудняет: а) отсутствие расшифровки безразмерных параметров кондуктивно-радиационного и аналога результирующего потока излучения; б) нечитабельность рисунков 4, 5, 6, 7, 8.

6. В. И. Ряжских, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой прикладной математики и механики Воронежского государственного технического университета *с замечаниями*: о справедливости исходных уравнений переноса импульса только до границы начала турбулентного режима; о качественных, но не количественных умозаключениях автора по результатам проведенных исследований; о критерии проверки корректности принимаемой гипотезы; мало места уделено аспектам реализации вычислительного эксперимента (алгоритм дискретизации области интегрирования, устойчивость и сходимость вычислительного процесса и т.д.).

7. К. В. Моисеев,

канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Лаборатории механики многофазных систем Института Механики им. Р.Р. Мавлютова-обособленное структурное подразделение ФГБУН УФИЦ РАН с *замечаниями*: в автореферате не приведены значения интегральных характеристик, например, таких как среднее число Нуссельта; результаты в работе получены с помощью метода квазипрямого численного моделирования (PseudoDNS), метод не является общеизвестным, в автореферате не обсуждается вопрос о сходимости и размерности дискретных шагов по пространству и времени; часть рисунков в автореферате имеет недостаточный размер, что несколько затрудняет читателя. **8. Б. В. Бошенятов Борис Владимирович**, д-р техн. наук, главный научный сотрудник лаборатории физико-химической механики перспективных технологий Института прикладной механики РАН: все уравнения, начальные и граничные условия математической модели, а также все результаты исследований представлены в безразмерном виде, однако характерные масштабы физических величин в автореферате не указаны; в реферате имеются ряд стилистических неточностей и опечаток.

В отзывах отмечается, что актуальность диссертационной работы А. Э. Ни определяется тем, что проведенные исследования носят важный фундаментальный характер и чрезвычайно востребованы при решении прикладных задач для создания комфортного микроклимата в помещениях. Впервые проанализирован нестационарный теплообмен при включении всех механизмов процессов переноса при наличии в полости локального источника лучистой энергии. Для решения поставленных задач А. Э. Ни предложена и численно реализована в среде программирования MatLab модель на основе нестационарных двумерных уравнений Навье-Стокса и энергии в приближении Буссинеска, записанных в безразмерных преобразованных переменных «вектор завихренности функция тока - температура» и системы линейных алгебраических уравнений для результирующих потоков излучения. В диссертационной работе исследованы эволюции полей температур и линий тока в зависимости от положения нагревателя, степени черноты и теплопроводности стенок. Достоверность результатов численного моделирования подтверждена решением тестовых задач и

значительным количеством сравнений с результатами численных и натурных экспериментов других авторов. Основным прикладным достоинством разработанной А. Э. Ни модели является её компактность и большая вычислительная производительность, что позволяет исследовать нестационарные тепловые режимы в условиях естественной конвекции, оперативно выполнять вариативное моделирование, изменяя как геометрию моделируемой области, так и тепловые характеристики исследуемого объекта. Полученные результаты расширяют имеющуюся базу данных по течению и теплообмену в полостях при наличии сложных условий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **В.А. Демин** является известным специалистом, область научных интересов которого включает численные исследования тепловой конвекции в условиях зависимости теплофизических свойств среды от температуры, конвективной неустойчивости встречных потоков жидкостей, тепловых плюмов в вертикальных слоях; **О.В. Матвиенко** является известным специалистом в исследовании теплообмена в закрученных потоках в условиях ламинарного и турбулентного режимов течения жидкости; **Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук** известен своими достижениями в области механики жидкости и газа, а именно прямого численного моделирования ламинарных и турбулентных течений, исследований свойств неравновесных и равновесных состояний, возникающих при тепловых, механических и радиационных воздействиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан подход к исследованию закономерностей сопряженного теплообмена при взаимном влиянии процессов теплопроводности, ламинарной и турбулентной естественной конвекции, теплового поверхностного излучения в замкнутых прямоугольных областях с локальными источниками радиационного нагрева на основе численного решения уравнений математической физики методом конечных разностей;

получены распределения локальных и средних характеристик сопряженного теплопереноса в широком диапазоне варьирования основных значимых параметров, а именно безразмерное время $0 < \tau < 3600$, число Рэлея $10^4 \leq Ra \leq 2 \cdot 10^9$, степень черноты границ раздела сред $0 \leq \varepsilon \leq 0,9$, кондуктивно-радиационный параметр $20 \leq N_r \leq 157$, число Био $1 \leq Bi \leq 25$, характерный размер излучателя по оси абсцисс $0,1 \leq D \leq 1$, относительный коэффициент теплопроводности $0,015 \leq \lambda_{2,1} \leq 2,59$, безразмерная высота подвеса локального источника радиационного нагрева $0,5 \leq N \leq 0,9$, относительная толщина ограждающих газовую полость стенок $0,05 \leq M \leq 0,25$, безразмерный аналог объёмного источника энерговыделения $20 \leq Q_v \leq 80$;

установлено, что в условиях ламинарного режима течения газа и распределения лучистой энергии по закону Ламберта увеличение поперечного размера источника нагрева не приводит к существенному изменению структуры течения. Варьирование степени черноты стенок в диапазоне $0,2 \leq \varepsilon \leq 0,8$ отражается не только в существенном росте температуры во всей области анализа. Также установлен переход от четырех- к дурхячейковой структуре течения газа. При этом с четырехкратным ростом коэффициента излучения стенок эффективное число Нуссельта на нижней горизонтальной границе раздела сред повышается в шесть раз. Повышение высоты подвеса инфракрасного излучателя в диапазоне от 0,5 до 0,9 приводит к уменьшению плотности результирующего потока излучения (Q_r), поступающего к нижней горизонтальной границе раздела «газ – стенка», на 30 % при $\lambda_{2,1} = 1,3$ и 55 % при $\lambda_{2,1} \leq 0,037$. Выявлено, что при снижении значения относительного коэффициента теплопроводности меньше 0,037 Q_r изменяется незначительно при числе Рэлея $Ra = 10^8$, числе Прандтля $Pr = 0,71$, относительной толщине стенок $M = 0,1$ и степени черноты $\varepsilon = 0,9$;

показано, что в условиях распределения лучистой энергии, поступающей от инфракрасного излучателя, по закону Ламберта (ЗКЛ) отклонения абсолютных температур, полученных экспериментально другими исследователями и с

помощью разработанной автором диссертации математической модели, на нижней горизонтальной границе раздела «воздух – стенка» составляет не более 5 %. Для экономии вычислительных ресурсов при проведении предварительного анализа теплового состояния объектов радиационного нагрева целесообразно использовать ЗКЛ вместо метода результирующих потоков при моделировании лучистого теплообмена. Приближение бесконечно тонких стенок при анализе процесса теплопереноса в областях с источниками лучистой энергии приводит к существенным отклонениям локальных и средних характеристик теплообмена от действительных;

выделены условия (относительный коэффициент теплопроводности $\lambda_{2,1} < 0,037$, относительная толщина стенок $M < 0,05$, безразмерная мощность объемного источника энергоснабжения $Q_v < 20$), при которых охлаждение газовой полости происходит быстрее, чем ее нагрев;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработанная вычислительная модель для исследования комбинированного теплопереноса обеспечивает возможность более глубокого понимания механизмов формирования полей температур и структуры течения в условиях взаимного влияния процессов теплопроводности, ламинарной и турбулентной естественной конвекции, теплового поверхностного излучения в замкнутых полостях с локальными источниками радиационного нагрева;

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что:

разработан подход, позволяющий провести оценку тепловых режимов административных и производственных помещений, нагреваемых инфракрасными излучателями, в широком диапазоне определяющих параметров.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Разработанная автором математическая модель, методика численных расчетов и реализованные в виде программного комплекса алгоритмы могут найти применение, как в учебном процессе, так и в исследованиях, направленных на развитие теории механики жидкости и газа, в частности –

конвективных течений в замкнутых областях, возникающих при наличии локальных источников радиационного нагрева, в различных научных и учебных заведениях: Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН (г. Новосибирск), Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург), Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН (г. Ижевск), а также в других организациях и использоваться при подготовке высококвалифицированных специалистов в таких областях, как механика жидкости, газа и плазмы, теплофизика и теоретическая теплотехника.

Достоверность научных результатов, приведенных в диссертационной работе, подтверждается:

верификацией используемых алгоритма и метода решения на модельных задачах термогравитационной конвекции, опубликованных в авторитетных зарубежных периодических изданиях (International Journal of Heat and Mass Transfer, International Journal of Thermal Sciences, Computers & Fluids, Applied Thermal Engineering);

согласованием результатов численного моделирования процесса конвективного теплопереноса с опубликованными экспериментальными данными.

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в том, что впервые методом квазипрямого численного моделирования (PseudoDNS) установлены основные закономерности сопряженного теплообмена в замкнутых прямоугольных областях с локальными источниками радиационного нагрева в условиях взаимного влияния процессов теплопроводности, ламинарной и турбулентной конвекции, теплового поверхностного излучения при варьировании таких параметров, как безразмерное время, число Рэлея, степень черноты границ раздела сред, кондуктивно-радиационный параметр, число Био, характерный размер излучателя по оси абсцисс, относительный коэффициент

теплопроводности, безразмерная высота подвеса излучателя, относительная толщина ограждающих газовую полость стенок, безразмерный аналог объёмного источника энерговыделения.

Личный вклад соискателя состоит в: получении результатов, выносимых на защиту; постановке краевых задач, выборе алгоритма и метода решения, разработке и тестировании вычислительных кодов для решения дифференциальных уравнений математической физики в среде программирования MatLab, обработке, анализе и обобщении результатов численного моделирования, подготовке статей и тезисов на конференции.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по исследованию совместно протекающих и взаимовлияющих процессов кондукции, ламинарной и турбулентной естественной конвекции, теплового поверхностного излучения, имеющей значение для развития механики жидкости, газа и плазмы в части установления основных закономерностей сопряженного теплообмена в замкнутых прямоугольных областях с локальными источниками радиационного нагрева.

На заседании 12.10.2018 диссертационный совет принял решение присудить **Ни А. Э.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Ю. Ф. Христенко

Е. В. Пикущак

12.10.2018