

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д 002.110.02 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Объединенного института высоких температур Российской академии наук
(125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2)
от 26 декабря 2018 г. (протокол № 23)

Защита диссертации **Бивола Григория Юрьевича**
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
**«Влияние геометрии канала и покрытия стенок на распространение
детонационных волн»**

Специальность 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Москва – 2018

СТЕНОГРАММА

заседания диссертационного совета Д 002.110.02 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Объединенного института высоких температур Российской академии наук
(125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2)
Протокол № 23 от 26 декабря 2018 г.

Диссертационный совет Д 002.110.02 утвержден Приказом Министерства образования и науки РФ от 11.04.2012 г. № 105/нк в составе 31 человека. На заседании присутствуют 24 человека, из них 12 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 12 докторов наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. Дополнительно введены на разовую защиту 0 человек. Кворум имеется.

Председатель – зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор Андреев Н.Е.

Ученый секретарь – ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н. Васильев М.М.

1	Фортов В.Е.	Академик, д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Отсутствует
2	Канель Г.И.	Чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор	01.04.14	Присутствует
3	Андреев Н.Е.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
4	Васильев М.М.	Д.ф.-м.н.	01.04.08	Присутствует
5	Агранат М.Б.	Д.ф.-м.н., с.н.с.	01.04.14	Отсутствует
6	Амиров Р.Х.	Д.ф.-м.н., с.н.с.	01.04.08	Присутствует
7	Баженова Т.В.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
8	Вараксин А.Ю.	Чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор	01.04.14	Присутствует
9	Васильев М.Н.	Д.т.н., профессор	01.04.14	Присутствует
10	Василяк Л.М.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
11	Воробьев В.С.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
12	Голуб В.В.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.14	Присутствует
13	Гордон Е.Б.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Отсутствует
14	Грязнов В.К.	Д.ф.-м.н.	01.04.14	Присутствует
15	Дьячков Л.Г.	Д.ф.-м.н.	01.04.08	Присутствует
16	Зейгарник Ю.А.	Д.т.н., с.н.с.	01.04.14	Присутствует
17	Еремин А.В.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.14	Присутствует
18	Иванов М.Ф.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.14	Отсутствует
19	Иосилевский И.Л.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
20	Кириллин А.В.	Д.ф.-м.н.	01.04.14	Присутствует
21	Лагарьков А.Н.	Академик, д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Отсутствует
22	Ломоносов И.В.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.14	Присутствует
23	Медин С.А.	Д.т.н., профессор	01.04.14	Присутствует
24	Норман Г.Э.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
25	Петров О.Ф.	Академик, д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
26	Полежаев Ю.В.	Чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор	01.04.14	Отсутствует
27	Савватимский А.И.	Д.т.н.	01.04.14	Присутствует
28	Сон Э.Е.	Академик, д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
29	Старостин А.Н.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Присутствует
30	Храпак А.Г.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.14	Присутствует
31	Якубов И.Т.	Д.ф.-м.н., профессор	01.04.08	Отсутствует

ПОВЕСТКА ДНЯ

На повестке дня защита диссертации научного сотрудника лаборатории 1.2.1 – нестационарных газодинамических процессов Научно-исследовательского центра теплофизики экстремальных состояний (НИЦ-1 ТЭС) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН) **Бивола Григория Юрьевича** на тему «Влияние геометрии канала и покрытия стенок на распространение детонационных волн». Диссертация впервые представлена на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника. Диссертация выполнена в лаборатории 1.2.1 – нестационарных газодинамических процессов НИЦ-1 ТЭС ОИВТ РАН (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2, jiht.ru).

Научный руководитель:

Голуб Виктор Владимирович – д.ф.-м.н., заведующий отделом 1.2 – физической газовой динамики НИЦ-1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук, г. Москва.

Официальные оппоненты:

Марков Владимир Васильевич - гражданин РФ, д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Отдела Механики Математического института им. В.А. Стеклова РАН (МИАН; Россия, 119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 8).

Аксенов Виктор Серафимович – гражданин РФ, к.ф.-м.н., доцент кафедры химической физики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (Московский инженерно-физический институт, Россия, 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31).

Ведущая организация:

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Научно-исследовательский институт механики) (МГУ; Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1).

На заседании присутствуют официальные оппоненты д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Марков В.В. и к.ф.-м.н. Аксенов В.С., научный руководитель Бивола Г.Ю. д.ф.-м.н. Голуб В.В.

СТЕНОГРАММА

Ученый секретарь

Уважаемые коллеги, у нас начинается вторая сессия, новое мероприятие, и первый соискатель в этой второй сессии Бивол Григорий Юрьевич. *(Зачитывает данные о соискателе по материалам личного дела и сообщает о соответствии представленных документов требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ).*

Председатель

Спасибо, Михаил Михайлович, какие вопросы есть по поводу предстоящей защиты? Если нет, то, Григорий Юрьевич, пожалуйста, начните знакомить нас со своей работой в пределах 20 минут.

Бивол Г.Ю.

Выступает с докладом по диссертационной работе (выступление не стенографируется, доклад Бивола Г.Ю. прилагается).

Председатель

Спасибо, мы переходим к вопросам, уважаемые члены совета, кто хочет спросить.

Еремин А.В.

Основное содержание вашей диссертации это очень интересный эффект распада и восстановления детонации, вы показали очень наглядные картинки, где у вас был сначала фронт детонационной волны. У меня вопрос будет по физике явления, чтобы вы прокомментировали механизмы. Как вы знаете, детонационную волну толкает хим. пик. После этого вы показываете картинку, когда у вас волна уходит, а фронт горения отстает. Между фронтом волны и фронтом горения течение дозвуковое. Во-первых, волна должна знать, что за ней происходит, что толкает волну в этом случае, если её не толкает фронт горения. Во-вторых, почему фронт горения все-таки отстает, а волна движется быстрее, какой физический механизм у этого.

Бивол Г.Ю.

Во-первых, если у нас фронт пламени исчезнет, то волна будет двигаться по инерции.

Еремин А.В.

Что значит по инерции? Откуда у неё инерция? Давление должно быть которое толкает.

Бивол Г.Ю.

Горение продолжается в турбулентном режиме, недостаточном чтобы поддерживать детонацию.

Канель Г.И.

Волна затухает или нет?

Бивол Г.Ю.

Волна постепенно затухает.

Еремин А.В.

Волна горения почему её не догоняет?

Бивол Г.Ю.

Температура за волной недостаточна чтобы инициировать детонацию.

Еремин А.В.

Какой механизм воспламенения?

Бивол Г.Ю.

Необходимые условия достигаются только через какое-то время.

Еремин А.В.

То есть по определению нестационарное течение?

Бивол Г.Ю.

Нестационарное.

Председатель

Спасибо, еще? Геннадий Исаакович, пожалуйста.

Канель Г.И.

Вот эти полиуретановые пены с разными размерами ячейки, у них одинаковая плотность была?

Бивол Г.Ю.

При использовании ППУ с различным размером пор его плотность составляла от 29 до 32 кг/м³.

Канель Г.И.

Примерно одинаковая?

Бивол Г.Ю.

Примерно одинаковая.

Канель Г.И.

Почему же тогда скорость ударной волны разная?

Бивол Г.Ю.

В пористом материале очень маленькая ширина прохода оказывается.

Канель Г.И.

Уравнение состояния не зависит от размера поры, то есть ударная адиабата у них одинаковая. Соответственно скорость ударной волны должна быть одинаковая.

Бивол Г.Ю.

В данном случае поры открытые. При использовании ППУ с большим размером пор волна распространяется практически свободно. В работе использован такой параметр, как длина свободного прохода, который зависит от размера пор и толщины материала. В другой работе она измерялась по прохождению света. В данном случае при максимальном размере пор, длина свободного прохода соответствовала толщине пористого материала. При уменьшении размера пора, длина прохода света оказывалась заметно меньше толщины пористого материала.

Канель Г.И.

Можно еще?

Председатель

Да, пожалуйста.

Канель Г.И.

Вы делали конкретные эксперименты, интересные, но с конкретными размерами, Если понадобится анализировать эту ситуацию на других размерах, насколько общие ваши выводы, они привязаны к этим трубам и этим пористым прокладкам или нет? Переносимы ли они?

Бивол Г.Ю.

Я начну с последнего эксперимента, который был в ацетилене. Соответственно там критерий это отношение ширины канала к размеру детонационной ячейки. Это универсальный критерий. В различных смесях ячейка различного размера. Что касается пористого материала, мы не использовали разные размеры труб, но в других работах известно, что механизмы не отличаются и не зависят от размера труб.

Председатель

Пожалуйста, еще вопросы.

Вараксин А.Ю.

В продолжение к этому вопросу, вы варьируете многие геометрически параметры, поясните насчет размера детонационной ячейки. Ячейки они же различаются между собой. Средний размер брали? Поясните. И про повторяемость результатов вторая часть вопроса. Один день вы проводите серию экспериментов, прошла неделя, насколько у вас повторяемость.

Бивол Г.Ю.

В данной работе использованы размеры ячейки, полученные в других работах, так и наши собственные измерения. Параметры немного варьируются в зависимости от смеси. В смесях топлива с кислородом, разбавленными инертными газами, размер ячейки практически не меняется. В так называемых «нестабильных» смесях размер ячейки меняется в большей степени, но разброс не превышает 10%. Это подтверждается как нашей работой, так и другими работами, где измерялся размер ячейки. Это такой параметр, который у большинства смесей хорошо известен. Что касается повторяемости результатов, то результаты повторялись, мы делали для каждого начальных условий как минимум по пять выстрелов, на некоторых графиках показана ошибка измерений. Нет причин полагать, что на следующий день изменились бы какие-либо параметры.

Председатель

Алексей Юрьевич, вы удовлетворены?

Вараксин А.Ю.

Да.

Председатель

Еще есть желающие спросить что-нибудь?

Медин С.А.

У меня вопрос по рисунку 2 автореферата. Если смотреть на осциллограммы, которые здесь получены, то видно, что если смеси богатые либо бедные, то хим. пик имеется?

Бивол Г.Ю.

Этот график?

Медин С.А.

Да. Когда смеси бедные или богатые, хим. пик измеряется, проявляется. Как только мы берем соотношение единицу, хим. пик исчезает, и мы видим только Чепмена-Жуге. Поясните механизм, пожалуйста, который определяет это отличие.

Канель Г.И.

Это можно называть хим. пиком?

Медин С.А.

Три графика: два графика с пиком Неймана и один график с Чепмена-Жуге.

Канель Г.И.

Это не одномерный процесс.

Медин С.А.

Может он ответить?

Бивол Г.Ю.

В данном случае это можно объяснить тем, что реакция опаздывает от фронта ударной волны в случае бедной и богатой смеси. Мы может видеть небольшое увеличение давления в тот момент, когда фронт горения приходит на датчик.

Медин С.А.

То есть вы объясняете это расщеплением?

Бивол Г.Ю.

Да.

Медин С.А.

Скажите, пожалуйста, на фронте горения давление не меняется?

Бивол Г.Ю.

Оно увеличивается.

Медин С.А.

Можно ли это видеть на осциллограмме?

Бивол Г.Ю.

Здесь показаний фотодиодов нет, но последующий пик давления после первоначального фронта может быть этим объяснен, это наблюдалось во многих экспериментах.

Медин С.А.

Спасибо.

Председатель

Еще вопросы есть? Можно мне житейский вопрос задать, пористые вещества были иностранными? У вас поры на дюйм указаны.

Бивол Г.Ю.

Это такой параметр используемый.

Председатель

Эти вещества наши, вы здесь их доставали или они заграничные?

Бивол Г.Ю.

Не заграничные.

Председатель

То есть у нас перешли уже как с матрицами на дюймы?

Бивол Г.Ю.

Да.

Председатель

Понятно, спасибо. Тогда мы переходим к отзывам письменным. Михаил Михайлович, ознакомьте нас.

Еремин А.В.

Научный руководитель еще.

Председатель

Виктор Владимирович, извините.

Голуб В.В.

Гриша пришел к нам в лабораторию в 2011 году, четвертый курс Физтеха как раз в то время, когда все интереснейшие вещи, связанные с детонацией, в обычных каналах без изменения геометрии основные задачи были решены, и тогда актуальной стала задача, как ведет себя детонация в условиях сложной геометрии и неожиданного материала, который появился в это время, металлическая шерсть. Она является наполнением в баках истребителей, чтобы не было проблем с горением. Одновременно появились эти новые материалы, которые позволяли решать проблемы с тем, чтобы детонацию прекратить, предотвратить ускорение фронта пламени.

Председатель

Виктор Владимирович, можно не про материалы, а про соискателя.

Голуб В.В.

Я про соискателя, про сложность задачи говорю. Задача такая у него появилась, и он самостоятельно осваивал все технические сложности проведения эксперимента. Экспериментов было очень много, были вопросы про повторяемость, была повторяемость во всех режимах. Необходимо пройти диапазон от бедных до богатых смесей, там принципиально все по-разному идет. Он сделал огромную, интереснейшую работу. Я предлагаю ученому совету поддержать положительным решением эту работу. Вот, собственно говоря, всё, остальное вы видели.

Савватимский А.И.

Можно вопрос?

Председатель

К руководителю?

Савватимский А.И.

Да. Вопрос неординарный, я думаю, что диссертант не ответит. Во многих случаях

подземных взрывов считают, что это метан взрывается.

Председатель

Может, это к дискуссии отнесем?

Савватимский А.И.

Очень коротко, это важный вопрос. Есть авторы, например, Гюгонский в Петербурге, которые считают, что взрывается водород. Вы не могли бы, как специалист, сказать, есть такая вероятность, что во многих случаях взрывается водород, а не метан.

Голуб В.В.

О каких взрывах вы говорите, в шахтах?

Савватимский А.И.

В шахтах.

Голуб В.В.

В шахтах взрывается метан.

Савватимский А.И.

Только метан?

Голуб В.В.

Естественно.

Савватимский А.И.

Тогда всё.

Председатель

Тогда мы переходим к письменным отзывам.

Ученый секретарь

Уважаемые коллеги, на разосланный автореферат соискателя поступило три отзыва, отзывы положительные с замечаниями. С вашего позволения, остановлюсь только на замечаниях. Первый отзыв поступил из Института химической физики им. Н.Н. Семенова, отзыв подписал заведующий лабораторией гетерогенного горения, доктор физико-математических наук Медведев и старший научный сотрудник этой лаборатории, кандидат физико-математических наук Тереза. Отзыв положительный, с замечаниями. Первое: стиль изложения в ряде случаев не соответствует принятому в научных публикациях, например стр. 3 «...водород это легкий газ, который может покинуть открытое пространство...». Второе: из автореферата не ясно, как рассчитывался «импульс давления» (стр.12-13). Не понятны рассуждения на стр.16 о «световом пути» при рассмотрении прохождения поперечной волны через пористый материал. Второй отзыв поступил из Института химической физики им. Н.Н. Семенова, подписан главным научным сотрудником, член-корреспондентом РАН, профессором Азатыном, отзыв положительный с замечаниями: в автореферате отсутствуют сведения об эффективных химических методах воздействия на горение, взрыв и детонацию газов. Третий отзыв поступил из Московского авиационного института, отзыв подписал ведущий научный сотрудник кафедры вычислительной математики и программирования, кандидат физико-математических наук Гидаспов. Отзыв положительный, с замечаниями: было бы необходимо уточнить, какие именно параметры пересжатой детонационной волны в

несколько раз выше параметров Чепмена-Жуге; из автореферата не понятно, какие температуры реализуются в экспериментальных установках. В частности, представляется интересным оценить уровень температуры горючей смеси за ударной волной после прохождения «пористой секции» в случае, когда происходит повторное возникновение детонации (стр. 11); В качестве ведущей организации был выбран Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Отзыв ведущей организации составлен таким образом, что структура диссертации и замечания идут по ходу текста, замечания не выделены отдельно. Я постараюсь по абзацам выделить те места, где эти замечания указаны, но зацеплю и общие формулировки. Прошу меня простить за это. Автором был получен совершенно нетривиальный результат детонация при динамическом перемешивании оказалась более стабильной и реализовывалась в значительно более широком диапазоне коэффициентов избытка горючего, чем в случае тщательно подготовленной смеси (то есть «худшая» по качеству смесь на практике дает лучшие результаты). Этот результат может иметь приложение при проектировании различных двигателей. В качестве недостатка можно отметить отсутствие объяснения этого эффекта в тексте диссертации. Например, это явление может быть связано с турбулизацией потока при динамическом перемешивании, что обеспечивает более надежный и быстрый переход горения в детонацию, несмотря на «худшее» качество самой смеси. В главах 2 – 3 исследовано распространение самоподдерживающейся детонации в водородно-воздушных смесях в каналах круглого и квадратного сечений включающих секцию с пористым (или просто мягким) покрытием различной толщины (пенополиуретан различной пористости, в том числе и покрытый плёнкой, и стальная вата). Установлено влияние толщины и типа покрытия на режимы распространения детонации (в том числе срыва и восстановления). Особо следует отметить серию экспериментов в канале с прозрачной вставкой (глава 3), в которых была проведена визуализация течений, что позволяет наглядно представить действие различных механизмов подавления детонации. Автором получены фотографии великолепного качества, проведен анализ, представлены схемы течения для различных режимов, а также проведено сравнение воздействия пористых материалов на характеристики детонации. Все эти результаты имеют важное значение, к сожалению, в систематизированном виде эти результаты не были обобщены в выводах по главе. Особо следует отметить публикации в ведущих иностранных журналах в области ударных волн, горения и детонации, в том числе из Q1. В качестве недостатка можно отметить неточность – и в автореферате и в диссертации приведена ссылка на переводную версию журнала Technical Physics Letters вместо оригинальной. Тем не менее, замечания не снижают общий высокий уровень работы, соискатель заслуживает присуждения искомой степени. Отзыв составлен и подписан академиком, доктором физико-математических наук Левиным, ведущим научным сотрудником НИИ механики МГУ, кандидатом физико-математических наук Георгиевским и завизирован Остапенко. Спасибо.

Председатель

Пожалуйста, Григорий Юрьевич.

Бивол Г.Ю.

Я начну с отзыва Азатяна. В автореферате действительно не сказано про химические способы подавления детонации. И хотя в данной работе мы фокусировались на физических способах, в полном тексте диссертации в литературном обзоре описаны эти режимы и имеются ссылки на статьи, где используются различные химические ингибиторы. Что касается отзыва Гидаспова, параметром, который был выше параметра стационарной детонации, было давление. Температуры в данной работе не измерялись, однако по одномерным уравнениям можно оценить температуру за ударной волной в

случае пористого материала, она будет составлять около 700 градусов Кельвина. Что касается отзыва из ИХФ, импульсом давления мы называли площадь под графиком на осциллограммах давления, начиная от момента прихода ударной волны, за какое-то время интегрирования. Насчет термина светового пути, в данной работе он не измерялся, были взяты данные из другой работы, на которую имеется ссылка. Использовался этот материал, ППУ, срезанный под острым углом, его толщина постепенно увеличивалась. С помощью источника света измерялась толщина материала, на которую свет может проходить. Далее по поводу отзыва ведущей организации. Действительно отсутствует объяснение того режима, где мы использовали как заранее перемешанную смесь, так и перемешанную непосредственно в детонационной трубе. Я согласен с предположением, что это влияние турбулизации во время смешения компонентов смеси, что может приводить к расширению возможных условий для распространения детонации. Что касается различных механизмов, которые влияют на подавление, они действительно не были обобщены. Это подавление поперечных волн, уход продуктов горения в пористый материал для детонации в пористых покрытиях. Для детонации в узких каналах это повышенный уход тепла в стенки канала. Согласен с замечанием по поводу ссылки на одну из статей.

Председатель

Что значит согласен?

Бивол Г.Ю.

Нужно было написать русскую версию статьи.

Председатель

Вы закончили ответы? Спасибо, мы переходим к мнению оппонентов. Первый оппонент Марков В.В. из института Стеклова.

Марков В.В.

Добрый день, уважаемые коллеги, я хочу поблагодарить диссертационный совет за то, что пригласил меня оппонировать данную диссертацию. Я часто участвую в защитах по данной тематике и, прежде всего, должен сказать, с чем связана моя радость, с тем, что четко выделилась некая группа в ИВТАНе, которая вернулась к фундаментальным вопросам теории детонации. Даже не теории, а экспериментам, потому что моё убеждение в том, что в конечном итоге все проверяет практика. Вот здесь с неё и началось, причем практика разумная, эти агрегаты, которые здесь использовались, это такое оборудование, которое будет еще многие годы работать и позволит расширить данному автору свою работу до более высокого уровня в ближайшее время, если хорошо работать будет. И работа ударила в точки, которые с точки зрения фундаментальных вопросов детонации и её интерпретации в теории, очень важные. Сразу хочу сказать, что вопросы, которые здесь задавались, это естественные и многие вещи, которые здесь изложены, экспериментальные данные дают большую пищу к размышлению, ставит вопросы. Случайно или не случайно это другой вопрос. Даже с пиками Неймана, позволяет обратить внимание с точки зрения картинок на рисунке 2. Волна традиционно это у нас Чепман-Жуге, это одномерно. На самом деле это сложнейшая конструкция, здесь об этом говорилось, и поймать пик какой-то в данной точке это большая проблема. То ли это ударила поперечная волна, которая достаточно мощная, и так далее. Очень трудно все это определить, эти вещи могут быть с этим связаны. Очень интересно, что здесь большое внимание уделено ячеистой структуре, многомерной структуре, любая детонация и её распространение вызвано неустойчивостью и образованием этих многомерных структур. Мне нравится в этой работе, что во всех частях эти вещи присутствуют: поперечные

волны, объяснение затухания. Это очень важно, причем это экспериментальные, а не умозрительные какие-то вещи. Очень интересный результат, связанный с режимами в узких каналах. Здесь варьировался состав, от состава зависит размер ячейки, кроме того, хотя здесь это не варьировалось, от начальных условий: давления и так далее. Здесь, особенно в четвертой главе, все наблюдаемые режимы детонации видны были. Приведены даже рисунки многомерной структуры, которые отвечают на вопрос, почему не могли четко определить хим. пик. Более того, скорости от условий могут быть совершенно разными, даже в одной точке на одной базе из-за размера ячеек, здесь это было видно. Например, в первой главе, где он рассматривает выход в расширение, потом в сужение. Если смесь такая, что размер ячеек маленький, то проходит, не обращая внимания на это сужение. Это экспериментальный факт: когда ячейка большая, то это сужение уже влияет на неё, и этим определяется все течение. Причем возникает всплеск выше Чепмена-Жуге потому, что кумуляция головой ударной волны происходит. Здесь все эти вещи можно наблюдать. Что касается таких вопросов, как актуальность, научная новизна, я в восторге от тех результатов, которые были получены. Потому что хочется сразу же смотреть, когда я слушал его выступление в Институте механики в университете, то возникает ряд задач и это толкает на определенные действия для рассмотрения, просто совершенно оригинальные вещи. Научная новизна: получены, на мой взгляд, совершенно новые результаты фундаментального характера и они экспериментальные. О многом здесь можно задуматься и разбираться, но это огромная пища к размышлению. Практическая ценность: я уже сказал по этому поводу, хочется построить какие-то свои теоретические предположения, проверить. Я занимаюсь математическим моделированием, отчасти и эксперименты в Институте механики делаются, но не с детонацией, а здесь детонация. Кроме того, детонация в пористых средах и с некоторыми препятствиями, которые позволяют либо усилить детонационную волну, либо её погасить. Здесь можно увидеть, либо теоретически посчитать и посмотреть механизм затухания в гибких стенках, они поглощают поперечные волны, а поперечные волны, сталкиваясь, инициируют детонацию. Поэтому все гасится. Если посмотреть по публикациям, которые приведены по этой тематике, они тоже свежие, но здесь совершенно оригинальный подход. Виктор Владимирович сумел как-то это все посмотреть. Все, что касается самой диссертации, автореферата, все, на мой взгляд, замечательно, вдохновляет. Недостаток я отметил такой: хотелось бы мне увидеть по первой главе следовые отпечатки в расширяющемся канале, автор обещал предоставить. Есть некоторые отпечатки в тексте, а в основном видно, что человек сам творил и вдохновлялся. Я считаю, что это прекрасная работа, недостаток это мелочь. Если есть недостаток, то есть. Зачитаю своё заключение. Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Работа выполнена на высоком научном уровне. Полученные результаты являются новыми и оригинальными. Выводы достаточно обоснованы. Уровень изложения диссертации, совокупность представленных оригинальных результатов и сформулированных выводов удовлетворяют требованиям ВАК РФ. Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, и «Изменений, которые вносятся в Положение о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации №1024 от 28 августа 2017 года, и является научно-квалификационной работой, а её автор Бивол Григорий Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Председатель

Спасибо большое, Владимир Васильевич. Вы замечательный отзыв представили, думаю Григорию Юрьевичу ничего не остается, кроме как поблагодарить.

Бивол Г.Ю.

Спасибо.

Марков В.В.

Я выразил свои чувства по поводу этой работы.

Председатель

Спасибо. Или вы хотите добавить что-то?

Бивол Г.Ю.

Согласен по поводу опечаток.

Председатель

Хорошо, тогда мы переходим ко второму оппоненту Виктору Серафимовичу Аксенову. Будьте любезны.

Аксенов В.С.

Добрый день, мне попала диссертация на отзыв. Я в целом о диссертации расскажу. Диссертация большая, много иллюстраций, много литературы, название соответствует содержанию. Литературный обзор фундаментальный, начинается с 19 века. Все 4 главы экспериментальные. Выводы в каждой главе диссертации полностью соответствуют содержанию, логически следуют. Что еще хорошего в диссертации...

Председатель

А можно сразу про плохое.

Аксенов В.С.

Надо несколько слов сказать. Большое количество методик: оптические методики с цифровой регистрацией, они чрезвычайно наглядны. Несколько типов объектов, два способа создания компонентов, он не постеснялся их доложить, потому что пределы существования детонации в них отличаются в два раза. Мне понравилось качество смеси в качестве тонкой настройки переходных процессов. Потому что десять установок не сделаешь, а вот менять размер ячейки с помощью состава смеси можно сколь угодно точно. Теперь что не понравилось. Опечатки есть, они ни на что не влияют, это в каждой диссертации имеется. Больше всего меня поразило отсутствие описания регистрирующих комплексов давления, светового потока, только названия датчиков и одно слово «осциллограф». Именно там и заложены возможные погрешности: временные и систематические. Принципиальных схем нет, нет ни одной фотографии установки в диссертации, только образцов. Схемы достаточно простые. Что еще... Очень интересный результат, я в своей работе встречался с этим, когда предварительно перемешанная смесь и динамическая смесь дают разные результаты. Обычно это за счет погрешностей экспериментальных. Григорий не побоялся вынести это на обсуждение и не стал высказывать никаких предположений. Я думаю это правильно, потому что вариантов много: остаточная вода, турбулентность и неоднородность смеси. Все надо проверять и тогда уже высказывать свои предположения. Мы с этим сталкиваемся постоянно. Диссертация большая, уровень оптической регистрации выше всяких похвал. Они правильно интерпретированы, никаких вопросов не возникает, это школа хорошая. Что можно сказать в заключение: несмотря на отмеченные замечания, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая

соответствует всем критериям, установленным пунктом 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24 сентября 2013 года, а её автор Бивол Григорий Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Председатель

Григорий Юрьевич, по поводу погрешностей измерения наверно надо что-то сказать.

Бивол Г.Ю.

Мы действительно не упоминали комплекс диагностики давления. Дело в том, что эти датчики работают с собственным усилителем марки РСВ и вместе с усилителем представляют собой единый комплекс, к которому относятся паспортные параметры. Усилитель уже подключался к осциллографу. Согласно паспортным данным, время роста фронта менее 1 мкс для данного комплекса пьезоэлектрических датчиков давления и усилителя. Что касается фотодиодов, они были подключены напрямую без усилителя. Это связано с тем, что в экспериментах нам важно было определить момент начала роста показаний светимости. Нам не важен был момент, когда светимость падает, и мы не измеряли толщину фронта светимости. Поэтому в данном случае было достаточно подключать фотодиоды напрямую.

Председатель

Понятно, спасибо. Мы исчерпали замечания и ответы на них, дискуссия, господа. Кто хочет высказаться? Пожалуйста, Александр Викторович.

Еремин А.В.

Совсем недавно на ученом совете был доклад, посвященный теории развития детонации Алексея Киверина. И, как любят повторять Зельдович и Владимир Евгеньевич Фортов, проблема эта вечнозеленая. Действительно, в том докладе прозвучало, что целый ряд разных механизмов формирования детонации, они горячо обсуждаются, и полной ясности в этих вопросах нет, поэтому появление такой работы, в которой имеется богатый и высококачественный экспериментальный материал, на котором может быть основано развитие теоретических подходов к описанию различных механизмов детонации, об этом как раз говорил первый оппонент Марков В.В. Это действительно важное, позитивное событие в исследованиях детонации. Работа, как уже говорили, содержит огромное количество экспериментальных результатов. Может быть одним из недостатков, отмеченных оппонентами, и я, как член комиссии, которая представляла работу на ученый совет, тоже обратил на это внимание, это недостаток каких-то обобщающих выводов. Ну что же, в этом перспектива этого материала. Будем надеяться, что с участием диссертанта это в дальнейшем будет сделано. Тем не менее, сама работа отвечает всем необходимым требованиям, экспериментального материала высокого качества более чем достаточно. Можно поздравить автора работы с очень хорошими результатами, и надеюсь, что они будут использованы, а нас призываю поддержать.

Председатель

Спасибо, Александр Викторович. Мне ситуация представляется ясной, но если кто-то еще хочет сказать?

Ученый секретарь

Я бы хотел отметить членам диссертационного совета, что соискатель был удостоен Премии Правительства Москвы для молодых ученых, о чем здесь не прозвучало, в

характеристике не было указано, в автореферате не было указано, хотя это апробация работы и лишний раз показывает её высокий уровень. Поэтому я призываю голосовать «За».

Председатель

Спасибо, Михаил Михайлович. Я думаю это последняя капля или еще есть?

Вараксин А.Ю.

Три слова скажу: эксперимент мирового уровня.

Председатель

Спасибо, это точно последняя. Уважаемые члены совета, сессия вторая у нас сегодня, поэтому мы должны выбирать счетную комиссию, но мне кажется, что на переправе коней не меняют. (*Счётная комиссия выбирается единогласно*). Тогда прошу вас приступить к голосованию, а счетную комиссию к своей работе. (*Проводится процедура тайного голосования*).

Дьячков Л.Г.

Мы посчитали всё, докладываю: присутствовало на заседании 24 членов совета, в том числе, докторов наук по профилю рассматриваемой специальности – 12. Роздано бюллетеней – 24, осталось не роздано – 7, оказалось в урне бюллетеней – 24. Результаты голосования: за – 24, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

Спасибо. Кто за то, чтобы утвердить? (*Протокол счетной комиссии утвержден единогласно*). Еще раз благодарим комиссию за плодотворную работу. Заключительное слово еще, вы хотите что-то сказать?

Бивол Г.Ю.

Я бы хотел поблагодарить совет за то, что выделил время на мою диссертацию, своих оппонентов за то, что помимо изучения диссертации, еще приехали сюда, поблагодарить своего научного руководителя Голуба Виктора Владимировича. А также своих коллег по лаборатории, в первую очередь Головастова Сергея.

Председатель

Хорошо, мы обсудили уже заключение, если замечаний больше нет, то предлагаю его принять с теми поправками, которые здесь звучали. Кто за? Против? Воздержавшихся тоже нет. (*Проект заключения принят единогласно*). Спасибо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.110.02
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 26.12.2018 протокол № 23

О присуждении Биволю Григорию Юрьевичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Влияние геометрии канала и покрытия стенок на распространение детонационных волн» в виде рукописи по специальности 01.04.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника, принята к защите 17.10.2018г., протокол № 18, диссертационным советом Д 002.110.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук (125412, г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр.2, jiht.ru, (495) 485-8345), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.04.2012г. № 105/нк.

Соискатель Бивол Григорий Юрьевич 1991 года рождения, в 2014 году окончил Московский физико-технический институт (государственный университет).

В 2018 году окончил очную аспирантуру Московского физико-технического института (государственного университета).

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Объединенном институте высоких температур Российской академии наук.

Работает научным сотрудником Лаборатории № 1.2.1 – нестационарных газодинамических процессов НИЦ – 1 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Голуб Виктор Владимирович, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур Российской академии наук, НИЦ-1, Отдел №1.2, Заведующий отделом.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук, Марков Владимир Васильевич, Математический институт им. В.А. Стеклова РАН, Отдел Механики, ведущий научный сотрудник;

кандидат физико-математических наук, Аксенов Виктор Серафимович, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», кафедра химической физики, доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Научно-исследовательский институт механики) в своем положительном заключении, составленном заведующим лабораторией НИИ механики МГУ, академиком, доктором физико-математических наук В.А. Левиным, ведущим научным сотрудником

НИИ механики МГУ, кандидатом физико-математических наук, доцентом П.Ю. Георгиевским и утвержденном проректором, начальником Управления научной политики и организации научных исследований Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, д.ф.-м.н., профессором А.А. Федяниным, (диссертационная работа Бивола Г.Ю. заслушана и одобрена на заседании подсекции НТС НИИ механики МГУ по физико-химической газовой динамике) указала, что:

в диссертации решена важная для развития теплофизики и теоретической теплотехники задача, выполнено экспериментальное исследование влияния геометрии канала и покрытия стенок пористыми материалами на распространение, ослабление и восстановление детонационных волн в смесях метана с кислородом, водорода с воздухом и ацетилена с воздухом.

Полученные автором результаты имеют высокую значимость в различных областях современной науки и техники.

Диссертация Г.Ю. Бивола соответствует критериям, установленным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями от 21 апреля, 2 августа 2016 г., 29 мая, 28 августа 2017 г., 1 октября 2018 г.) для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Соискатель имеет 9 статей в реферируемых журналах (9 из них в журналах из списка ВАК), более 15 тезисов в сборниках трудов конференций:

Основные работы:

1. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. Attenuation and recovery of detonation wave after passing through acoustically absorbing section in hydrogen-air mixture at atmospheric pressure // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. – 2016. – V 43. – P. 311-314.
2. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. Detonation suppression in hydrogen-air mixtures using porous coatings on the walls // Shock Waves. – 2018. – V. 28. – № 5. – P. 1011-1018.
3. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. Prechamber initiation of gaseous detonation in a channel // Combustion Science and Technology. – 2016. – V. 188. – №. 7. – P. 1165-1179.
4. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. Распространение детонационной волны в водородно-воздушных смесях в каналах со звукопоглощающей поверхностью // Письма в журнал технической физики. – 2015. – V. 41. – №. 24. – С. 17-22.
5. Бивол Г. Ю., Головастов С. В., Голуб В. В. Формирование пересжатой волны детонации в потоке метано-кислородных смесей в канале переменного сечения // Теплофизика высоких температур. – 2017. – Т. 55. – №. 4. – С. 576-581.
6. Ленкевич Д. А., Головастов С. В., Голуб В. В., Бочарников В. М., Бивол Г. Ю.. Параметрическое исследование распространения детонации в узких каналах, заполненных смесью пропан-бутан-кислород // Теплофизика высоких температур. – 2014. – Т. 52. – №. 6. – С. 916-920.
7. Bivol G. Y. et al. Attenuation of a hydrogen-air detonation by acoustic absorbing covering // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. – 2015. – V. 653. – №. 1. – P. 012067.

8. Golovastov S. V., Bivol G. Y. Flame front propagation in a channel with porous walls // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, – 2016. – V. 774. – №. 1. – P. 012089.
9. Bivol G. Y., Golovastov S. V., Golub V. V. Attenuation of the detonation wave in hydrogen–air mixture // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing. – 2016. – V. 774. – №. 1. – P. 012086.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Институт химической физики имени Н.Н. Семенова (Заведующий лабораторией гетерогенного горения ИХФ РАН, д.ф.-м.н. Медведев С.П., с.н.с. лаборатории гетерогенного горения ИХФ РАН, к.ф.-м.н. Тереза А.М.) – отзыв положительный, с замечаниями:

- Стиль изложения в ряде случаев не соответствует принятому в научных публикациях, например стр. 3 «...водород это легкий газ, который может покинуть открытое пространство...»;

- Из автореферата не ясно, как рассчитывался «импульс давления» (стр.12-13);

- Не понятны рассуждения на стр.16 о «световом пути» при рассмотрении прохождения поперечной волны через пористый материал.

2. Институт химической физики имени Н.Н. Семенова (Главный научный сотрудник ИХФ РАН, член-корреспондент РАН, профессор Азатян В.В) - отзыв положительный, с замечаниями:

- В автореферате отсутствуют сведения об эффективных химических методах воздействия на горение, взрыв и детонацию газов.

3. Московский авиационный институт (Ведущий научный сотрудник кафедры «Вычислительная математика и программирование», к.ф.-м.н. Гидаспов В.Ю.) - отзыв положительный, с замечаниями:

- Было бы необходимо уточнить, какие именно параметры пересжатой детонационной волны в несколько раз выше параметров Чепмена-Жуге;

- Из автореферата не понятно, какие температуры реализуются в экспериментальных установках. В частности, представляется интересным оценить уровень температуры горючей смеси за ударной волной после прохождения «пористой секции» в случае, когда происходит повторное возникновение детонации (стр. 11);

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что:

- д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник отдел механики Математического института им. В.А. Стеклова РАН Марков В.В. является ведущим ученым в области детонации и нестационарного течения газа;

1. Levin V. A., Manuylovich I. S., Markov V. V. Numerical simulation of multidimensional modes of gaseous detonation //Combustion Science and Technology. – 2016. – V. 188. – №. 11-12. – P. 2236-2249.

2. Левин В. А., Мануйлович И. С., Марков В. В. Формирование спиновой детонации в каналах круглого сечения //Доклады Академии наук. – 2015. – Т. 460. – №. 6. – С. 656-656.

3. Левин В. А., Мануйлович И. С., Марков В. В. Инициирование и распространение многомерных волн детонации //Физика горения и взрыва. – 2015. – Т. 51. – №. 1. – С. 47-56.

- к.ф.-м.н., доцент кафедры химической физики Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» Аксенов В.С. является признанным специалистом в области перехода горения в детонацию и детонационных двигателей.

1. Frolov, S. M., Aksenov, V. S., Ivanov, V. S., and Shamshin, I. O. Continuous detonation combustion of ternary “hydrogen-liquid propane-air” mixture in annular combustor //International journal of hydrogen energy. – 2017. – V. 30. – №. 1. – P. e1-3.

2. Frolov, S. M., Zvegintsev, V. I., Ivanov, V. S., Aksenov, V. S., Shamshin, I. O., Vnuchkov, D. A., ... and Fomin, V. M. Wind tunnel tests of a hydrogen-fueled detonation ramjet model at approach air stream Mach numbers from 4 to 8 //International Journal of Hydrogen Energy. – 2017. – V. 42. – №. 40. – P. 25401-25413.

3. Фролов, С. М., Сметанюк, В. А., Аксёнов, В. С., Коваль, А. С. Переход горения в детонацию в перекрёстных высокоскоростных струях топливных компонентов //Доклады Академии наук. – 2017. – Т. 476. – №. 1. – С. 59-62.

Выбор Научно исследовательского института механики МГУ в качестве ведущей организации обусловлен тем, что в институте активно ведутся работы по исследованию газовой детонации и ударных волн.

1. Georgievskiy P. Y., Levin V. A., Sutyurin O. G. Interaction of a shock with elliptical gas bubbles //Shock Waves. – 2015. – V. 25. – №. 4. – P. 357-369.

2. Журавская Т. А., Левин В. А. Стабилизация детонационного горения высокоскоростного потока горючей газовой смеси в плоском канале //Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 2015. – №. 2. – С. 117-128.

3. Левин В. А., Журавская Т. А. Управление положением стабилизированной детонационной волны в сверхзвуковом потоке газовой смеси в плоском канале //Письма в Журнал технической физики. – 2017. – Т. 43. – №. 6. – С. 78-85.

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

- получены экспериментальные зависимости режима распространения детонации в смеси метан-кислород в канале с расширением и сужением. Полученные параметры пересжатой детонации выше параметров детонации Чепмена-Жуге в канале переменного сечения.

- получены экспериментальные результаты воздействия пористых покрытий на стенке канала на режим распространения детонации в смеси водород-воздух и зависимости параметров детонационной волны от характеристик и типа пористого материала.

- определены режимы распространения детонационной волны в смеси ацетилен-воздух в канале субкритического сечения и зависимости режима распространения от размера канала и состава горючей смеси.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- изложены гипотезы, позволяющие объяснить особенности распада и повторного возникновения детонации в каналах с пористыми покрытиями на стенке;

- получены критерии повышения давления детонации вдвое относительно стационарной детонации Чепмена-Жуге после её распада в канале с переменным диаметром;
- получены критерии возникновения нестационарных режимов детонации при её распространении в канале околокритического размера, в том числе галолирующей детонации и осциллирующего затухающего пламени;
- установлены и объяснены корреляции между характеристиками пористых покрытий на стенках канала и параметрами детонационных и ударных волн, распространяющихся в данном канале.

Значение полученных соискателем результатов **исследования для практики подтверждается** тем, что:

- результаты по инициированию детонации глубоко подкритическими по мощности разрядами в каналах, а также по устойчивой в широком диапазоне коэффициентов избытка горючего детонации для динамически перемешиваемых смесей в каналах могут быть использованы при разработке перспективных двигателей различной конструкции и назначения (авиационных воздушно-реактивных, ракетных, а также двигателей внутреннего сгорания).
- результаты по распространению детонации в каналах с пористыми вставками из различного материала имеют важное значение для развития физики и газодинамики детонации, поскольку способствуют пониманию взаимодействия различных механизмов ослабления и подавления детонации в каналах с пористыми стенками: расширения канала за фронтом волны, ухода массы в пористый слой, ослабления поперечных волн в пористом слое, потерь на нагрев и других. На практике результаты могут быть использованы при разработке способов ослабления и подавления детонации и защиты технологических устройств на производстве.
- полученные результаты могут быть использованы для проверки вычислительных методик расчета детонации.

Представленные в работе результаты могут быть использованы в ряде российских научных центров, таких как НИЯУ МИФИ, ЦИАМ, НИЦ «Курчатовский институт», ОИВТ РАН, ИХФ РАН.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- результаты получены на сертифицированном оборудовании, использовались прецизионные быстродействующие датчики давления и фотодатчики;
- использованы современные методы визуализации в виде скоростной камеры «Видеоспринт» и высокочувствительной фотокамеры «Sony», а также теневой прибор ИАБ-451, хорошо зарекомендовавший себя в газодинамических исследованиях;
- установлено качественное совпадение экспериментальных результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

Личный вклад соискателя заключается в создании экспериментальной установки, отладке диагностической аппаратуры для получения необходимых данных, создании алгоритмов обработки данных, доработке методики экспериментального изучения детонационных волн. Все экспериментальные результаты получены при определяющем участии автора. Автором была проведена обработка экспериментальных данных и их сопоставление с существующими в литературе. Формулировка задачи, обсуждение

результатов и формулировка выводов проводилась при непосредственном участии автора. Подготовлены публикации с соавторами при определяющем вкладе соискателя.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствует критериям пункта 9, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г.

На заседании от 26.12.2018г. диссертационный совет принял решение присудить Биволу Г.Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 12 докторов наук по специальности 01.04.08 – физика плазмы и 12 докторов наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 24, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Зам. председателя диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н., профессор



Андреев Н.Е.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.110.02

д.ф.-м.н.



Васильев М.М.



26.12.2018г.