

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.08

Соискатель: Заранкевич Илья Андреевич

Тема диссертации: «Численное и экспериментальное моделирование процессов в двухфазном жидкостно-газовом эжекторе применительно к испытаниям реактивных двигателей»

Специальность: 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 26 Декабря 2017 года диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Заранкевичу Илье Андреевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета Равикович Ю.А.,
ученый секретарь диссертационного совета Зуев Ю.В., члены
диссертационного совета:*

Абашев В.М., Агульник А.Б., Демидов А.С., Козлов А.А., Коротеев А.А., Кочетков Ю.М., Краев В.М., Лесневский Л.Н., Молчанов А.М., Мякочин А.С., Надирадзе А.Б., Назаренко И.П., Ненарокомов А.В., Никитин П.В., Попов Г.А., Силуянова М.В., Тазетдинов Р.Г., Тимушев С.Ф., Хартов С.А., Чванов В.К.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д.212.125.08, д.т.н., профессор



Зуев Ю.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2017г. № 41

О присуждении Заранкевичу Илье Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Численное и экспериментальное моделирование процессов в двухфазном жидкостно-газовом эжекторе применительно к испытаниям реактивных двигателей» по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» принята к защите 19.10.2017 г. (протокол № 34) диссертационным советом Д 212.125.08, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, приказы Минобрнауки РФ: о создании диссертационного совета - №2249-1460 от 02.11.2007г., об изменении состава диссертационного совета - №1986–540/1460 от 21.11.2008г., о продлении срока действия диссертационного совета - №1925-601 от 08.09.2009г., о соответствии диссертационного совета Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук - №105/нк от 11.04.2012г., об изменении состава диссертационного совета

№508/нк от 22.08.2012г., об изменении состава диссертационного совета -
№548/нк от 06.10.2014г., об изменении состава диссертационного совета -
№1017/нк от 20.10.2017г.

Соискатель Заранкевич Илья Андреевич, 1989 года рождения, работает инженером в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации.

В 2014 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (государственный технический университет)», в настоящее время соискатель осваивает программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации (срок окончания в 2018 г.).

Диссертация выполнена на кафедре «Ракетные двигатели» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Козлов Александр Александрович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Ракетные двигатели», профессор.

Официальные оппоненты:

- Стасенко Альберт Леонидович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», отделение №8, ведущий научный сотрудник;

- Арефьев Константин Юрьевич, кандидат технических наук, Государственный научный центр - федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова», отдел аэрокосмических двигателей, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное казенное предприятие "Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности", г. Пересвет, в своем положительном заключении, подписанном Галеевым А.Г., доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником - руководителем научного центра координации прикладных исследований, Орловым В.А., кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником научного центра координации прикладных исследований, и утвержденном Кучкиным В.Н., первым заместителем генерального директора по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, указала, что диссертационную работу И.А. Заранкевича характеризует актуальность тематики, практическая значимость и новизна. Диссертационная работа И.А. Заранкевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Результаты диссертационной работы И.А. Заранкевича рекомендуется использовать в научной и производственной деятельности таких предприятий, как ФКП «НИЦ РКП», проводящими высотные и атмосферные испытания ракетных двигателей. Работа соответствует требованиям Положения о присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Заранкевич Илья Андреевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 3,22 п.л. , из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы. Из 9 работ 3 – статьи в рецензируемых научных изданиях, 6 – тезисы докладов на научных конференциях. Все работы опубликованы в соавторстве. Опубликованные работы посвящены вопросам: диагностирования параметров двухфазных потоков, их математическому моделированию, исследованию влияния соотношения фаз на удельные параметры двухфазного потока и производительность эжектора, описанию типов и конфигураций смесительных элементов. Авторский вклад соискателя заключается: в проведении экспериментальных исследований, в разработке и оптимизации конструкции объекта исследования, в создании методики инженерного проектирования струйных аппаратов с применением численного моделирования.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы:

1. Лепешинский И. А., Решетников В. А., Заранкевич И.А. Численное моделирование и экспериментальное исследование жидкостно-газового двухфазного эжектора со сверхзвуковым профилированным соплом // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2017. Т. 16. №2. С. 164 – 171.
2. Лепешинский И. А., Решетников В. А., Истомин Е. А., Заранкевич И.А., Смесительное устройство пузырьковой структуры открытого типа // Известия вузов. Авиационная техника. 2016. Т. 59. № 3. С. 71 – 75.
3. Лепешинский И.А., Решетников В.А., Заранкевич И. А., Истомин Е.А., Антоновский И.В., Гузенко А.А. Экспериментальное исследование газодинамического смесителя закрытого типа // Вестник Самарского

университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2016. Т. 15. №3. С. 70 – 80.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв на диссертацию ведущей организации Федерального казенного предприятия "Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности". В качестве замечаний отмечается:

1. Название раздела 2 диссертации "Численное моделирование эжектора с двухфазным рабочим телом с применением методов конечных элементов". Вообще говоря, в CFX применяется метод конечных объемов, а термин метод конечных элементов относится к расчетам напряженно-деформированного состояния твердых тел.

2. В диссертации написано, что для расчетов принята "многофазная модель Эйлер-Эйлера". Далее приводится уточнение - "В рамках модели Эйлер-Эйлера, используется модель смешения элементарных фазовых объемов или модель свободной межфазной поверхности". Из дальнейшего описания с очень большим трудом можно понять, что из имеющихся моделей пакета CFX, имелась ввиду модель многофазной смеси, в которой свободная межфазная поверхность – интерфейс не рассматривается. Очень небрежное описание методов расчета затрудняет оценку результатов расчетов, получаемых в рамках выбранной модели.

3. Один из пунктов постановки задачи - "Разработка наименее ресурсоемкой методики численного моделирования основных параметров работы двухфазного жидкостно-газового эжектора в пакетах прикладных программ гидрогазодинамики." Однако, по нашим оценкам, расчеты подобной задачи на сетке из 17,7 млн. ячеек требуют компьютера с оперативной памятью порядка 32 Гб, 16 ядерного процессора и, поскольку солвер нестационарный, время расчета составит порядка 100 часов.

Детальный расчет двухфазного течения в области выхода жидкости из форсунки и внутри сверхзвуковой камеры смешения эжектора, которая обладает радиальной симметрией, можно было провести на двумерной сетке с 30 – 300 тыс. ячеек. Это позволило бы с небольшими компьютерными ресурсами достоверно посчитать все поля параметров и рассчитать коэффициент эжекции, и далее оптимизировать геометрические и режимные параметры эжектора.

Если не проводилась оценка влияния модели турбулентности на результаты расчетов, то какой смысл был измельчать сетку в районе стенки и рассматривать распределение Y^+ ?

Не приведен общий вид расчетного объема, не приведены также параметры солвера, соответственно, нет оценки порядка точности, с которым проводились расчеты.

4. Нет возможности сравнить рассчитанные и измеренные распределения концентрации жидкой фазы, хотя бы для качественной оценки. За сверхзвуковой камерой смешения расчеты проводились, но данные не приведены, как нет и экспериментальных данных. Приведены фотографии факела распыла форсунки (без сверхзвуковой камеры смешения), но нет расчетов.

5. Небрежное оформление диссертации:

- Рисунок 7, имеющийся в автореферате, в диссертации отсутствует, хотя эти данные приведены на рис. 55-58 в диссертации и на рис. 10. автореферата.

- В автореферате приведено, что при испытаниях измерение дисперсности потока определялось методом малоуглового рассеивания, однако в диссертации нет данных, полученным этим методом.

- Нет ссылки на рисунок 48.

- На рисунке 14 автореферата отсутствует легенда к графику КПД полноразмерного эжектора, спроектированного с применением численного моделирования.

Отзыв на диссертацию официального оппонента д.т.н., проф. Стасенко Альберта Леонидовича содержит следующие замечания по диссертационной работе:

1. К сожалению, результаты измерений получены только для расстояний от среза форсунки менее 0.8 м.

2. Текст диссертации и автореферата изобилует грамматическими и синтаксическими неточностями: отсутствием цвета на рисунках, где этот цвет обещан (например, рис. 10 автореферата); несовпадением подписей в обоих текстах (в диссертации, стр. 75, рис. 54 назван фотографией пузырей, а в автореферате тот же рис. 13, стр. 21 - структурой капли); вязкость ζ названа кинематической, стр. 15 автореферата); неточное цитирование монографии Б.В. Раушенбаха и др., ссылка [107] в списке использованных источников..

Отзыв на диссертацию официального оппонента кандидата технических наук Арефьева Константина Юрьевича содержит следующие замечания по диссертационной работе:

1. Используемая математическая модель для расчетов многофазного потока с объемной долей газовой фазы около 0,9 (как указано в тексте диссертации) имеет ряд недостатков, а в частности:

- не учитываются процессы полидисперсного распыла жидкости форсункой и последующего газодинамического дробления образовавшихся капель в высокоскоростном потоке;

- в тексте диссертации не представлен метод описания фазового перехода, имеющего место в процессе испытаний реактивных двигателей с использованием жидкостно-газового эжектора;

- не учтены зависимости теплофизических свойств газовой и жидкой фазы от температуры, что может снизить точность математического моделирования, особенно при высоких температурах на входе в эжектор.

2. В диссертации мало внимания уделено параметрическому расчетно-экспериментальному исследованию жидкостно-газового эжектора, а в частности,

не исследовано влияние геометрических параметров проточного тракта, давления подачи эжектирующей жидкости, массового расхода, температуры и химического состава эжектируемого газа. Такое исследование было бы целесообразно для оптимизации проточного тракта эжектора, уточнения конфигурации экспериментальных эжекторов и разработки рекомендаций для последующего внедрения.

3. На основе полученных данных автору следовало бы уточнить применимость жидкостно-газовых эжекторов для испытаний реактивных двигателей. Также автору следовало бы ограничить область применения полученных результатов. В частности, достигнутые им минимальные значения давлений на входе в эжектор не позволяют проводить испытания современных ЭРД, так как степень вакуумирования для их испытаний должна быть существенно выше. Кроме того, упомянутая автором возможность использования полученных результатов для устройств подачи компонентов топлива должна быть более детально проанализирована.

4. На графиках, где представлено сравнение расчетных и экспериментальных данных, несмотря на то, что количественная разница не превышает 7 %, отчетливо прослеживаются различия в характере поведения некоторых зависимостей (для экспериментальных данных - с увеличением расстояния от среза скорость потока растет, а для расчетных - падает). Целесообразным представляется привести некоторое пояснение к данному факту.

5. Для удобства восприятия результатов диагностики двухфазных потоков в экспериментах желательным было бы привести дисперсное распределение капель для каждого эксперимента.

Отзыв на автореферат диссертации Шишкова А.А., доктора технических наук, главного научного сотрудника АО «КОРПОРАЦИЯ «МИТ», содержит следующие замечания по содержанию работы:

1. Математическая модель, принятая для расчета в пакетах прикладных программ выражена в символах, не совпадающих с описанием и мануалами ANSYS CFX.

2. Масштаб графики в печатном варианте автореферата, не дает возможности полностью оценить результаты исследований.

Отзыв на автореферат Захарова В.М., кандидата технических наук, начальника отдела ОРВ PDM АО «ОКБ «Кристалл», содержит следующие замечания по содержанию работы:

1. В автореферате представлены экспериментальные и расчетные данные устройств малой производительности, и не отражена возможность создания более мощных устройств с большей производительностью при достигнутом уровне эффективности;

2. Приведённые в автореферате материалы слишком мелкие и не разборчивы, присутствуют опечатки при указании размерности физических величин.

Отзыв на автореферат Реша Г.Ф., доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника АО «ВПК «НПО Машиностроение» содержит следующие замечания по содержанию работы:

1. что представляет собой структура (как последовательность операций) инженерной методики проектирования двухфазных ЖГЭ с применением компьютерного и физического моделирования;

2. из каких теоретических предположений автором получено уравнение движения (23) (стр. 13) для двухфазной среды, поскольку в классической феноменологической нестационарной теории многоскоростного континуума (Р.И. Нигматулин) должны присутствовать векторные функции, отвечающие за интенсивность обмена импульсом между составляющими среды при наличии диффузионных скоростей их относительного движения;

3. почему в (25) выбрана неклассическая система обозначений для декартовых компонент тензора турбулентных напряжений S , при которой

формула (25) воспринимается как вычисление определителя, вообще говоря, скалярной функции, в отличие от общепринятой системы обозначений тензорного анализа с применением базисных диад.

Отзыв на автореферат Петренко В.М., кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника экспериментально-исследовательского отдела ПАО ТМКБ «Союз» содержит следующие замечания по содержанию работы:

1. На рисунке 14 даны зависимости КПД трёх эжекторов, но в обозначениях даётся принадлежность кривых двум эжекторам, а к чему относится третья кривая не указано.

2. Для анализа двухфазных потоков измерение дисперсности потока проводилось методом малоуглового рассеивания. Этот метод в классической интерпретации предусматривает нахождение распределения частиц полидисперсной среды по экспериментально измеренной индикатрисе рассеянного излучения, что в свою очередь сводится к решению интегрального уравнения Фредгольма 1-го рода относительно неизвестной плотности распределения. В связи с тем, что эта задача является некорректной, необходимо было указать, какой метод решения был применён.

Отзыв на автореферат Усова Г.Л., кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника ФГУП «НПО «Техномаш» содержит следующие замечания по содержанию работы:

- в автореферате при отсылке на рассматриваемый предмет в некоторых местах отсутствуют расшифровки сокращений. Так на стр. 3 не раскрыты обозначения ЖРД, РД, ЭРД. На стр. 4 и 5 приведены сокращения ГПВРД, ЖГСА без расшифровки.

- Не раскрыто, какие операторы использовались при переходе от дифференциальных уравнений, отражающих физические процессы в ЖГЭ, к численному моделированию.

Отзыв на автореферат Хаймовича А.И., доктора технических наук, исполняющего обязанности заведующего кафедрой технологии производства

двигателей ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» содержит следующие замечания по содержанию работы:

1. Рисунки 3,4 выполнены в очень малом масштабе, что не позволяет в полной мере изучить конструкцию спроектированной автором малоразмерной модели эжектора.

2. На рисунке 14 отсутствует подпись к одной из линий графика.

3. В рисунке 7 допущена грамматическая ошибка в легенде графика.

Отзыв на автореферат Богатых Н.Э., кандидата технических наук, руководителя направления наземной тематики, главного конструктора наземной тематики АО «МПО им. И. Румянцева» содержит следующие замечания по содержанию работы:

1. В автореферате присутствуют орфографические и смысловые ошибки на стр. 15, 17, 18, 19, 22;

2. В автореферате представлены цветные изображения, которые распечатаны на чернобелом принтере, что затрудняет понимание сути некоторых из них;

3. В автореферате одной из целей работы ставится снижение материальных затрат при проведении испытаний реактивных двигателей и их агрегатов, и хотя на основании материалов автореферата это достаточно очевидно, фактический анализ экономического эффекта отсутствует;

4. В автореферате присутствуют нерасшифрованные аббревиатуры, что затрудняет понимание работы для людей не знакомых со специфической терминологией;

5. В автореферате отсутствует расшифровка формул и пояснений к выбранным моделям турбулентности, что затрудняет понимание сути некоторых из них;

6. Из автореферата не ясно учитывалось ли при проведении численного моделирования и экспериментальных исследований качество поверхностей

проточной части жидкостно-газового эжектора и в частности профилированной сверхзвуковой камеры смешения.

Отзыв на автореферат Чабанова В.А., кандидата технических наук, начальника подразделения 7150 ФГУП «ГосНИИАС» содержит одно замечание по содержанию работы:

Из реферата не ясно, какие исследования были проведены для определения характеристик разработанной автором струйной форсунки.

Отзыв на автореферат Бычкова В.Л., доктора технических наук, ведущего научного сотрудника физического факультета МГУ содержит следующее замечание по содержанию работы:

Представляется необходимым сделать следующее замечание по работе. Будет неправильно называть смесительный канал эжектора соплом, хотя полученная форма канала напоминает сверхзвуковое сопло Лаваля. На самом деле, это форма сверхзвукового диффузора с двухфазным рабочим телом, в котором поток тормозится, а не разгоняется.

Отзыв на автореферат Янышева С.С., кандидата технических наук, начальника отдела 290 ОАО «Государственное научно-производственное предприятие «Регион» содержит следующее замечание по содержанию работы:

В качестве замечания, следует отметить, что в автореферате не представлены расчеты, иллюстрирующие процессы течения внутри эжектора, поскольку здесь объединены камера смешения и диффузор в единый канал.

Выбор в качестве официального оппонента Стасенко Альберта Леонидовича, доктора технических наук, обосновывается его компетентностью в области физики процессов двухфазных потоков, дробления и коагуляции жидкой фазы и межфазного взаимодействия, работами в области исследования аэрозолей, моно и полидисперсных струй, их взаимодействия с твердой поверхностью, к которым относится диссертационная работа, что подтверждается публикациями по тематике исследования.

Выбор в качестве официального оппонента Арефьева Константина Юрьевича, кандидата технических наук, обосновывается его компетентностью в области физики процессов двухфазных потоков их численного моделирования в пакетах общепромышленных прикладных программ гидрогазодинамики, дробления и коагуляции жидкой фазы и межфазного взаимодействия, также компетентности в методике проведения испытаний связанных с измерением параметров двухфазных потоков: измерение дисперсности, скорости, распределения, к которым относится диссертационная работа, что подтверждается публикациями по тематике исследования.

Ведущая организация Федеральное казенное предприятие "Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности", выбрана в соответствии с ее широко известными достижениями в области проведения атмосферных и высотных испытаний ракетных двигателей и их агрегатов, также в области численного моделирования процессов в жидкостных ракетных двигателях, численного моделирования распыла смесительных элементов двигателей и способна определить научную и практическую ценность диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны малоразмерная и полноразмерная модели двухфазных жидкостно-газовых эжекторов с применением острокромочных щелевых смесительных элементов;

предложена инженерная методика проектирования двухфазных жидкостно-газовых эжекторов, с применением программ численного моделирования внутренних процессов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано влияние дисперсности рабочего тела и конфигурации смесительного элемента и камеры смешения на характеристики двухфазных

струйных аппаратов, а именно на потери в эжекторе и параметры двухфазной струи;

применительно к проблематике диссертации результативно использован метод стереолитографической печати деталей по 3D модели, благодаря данному методу на этапе предварительных испытаний удалось выявить пути оптимизации конструкции смесительного элемента двухфазного жидкостно-газового эжектора;

изучены закономерности влияния параметров дисперсности и скорости рабочего тела двухфазного эжектора на создаваемое разрежение и его энергетические характеристики;

раскрыта связь между максимальным возможным создаваемым разрежением в откачиваемом объеме и свойствами рабочего тела.

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

разработаны методика инженерного проектирования, спроектированы, изготовлены и апробированы двухфазные жидкостно-газовые устройства для создания разрежения при испытаниях реактивных двигателей;

созданы новые щелевые регулируемые смесительные элементы, позволяющие изменять режим работы эжектора в зависимости от необходимости.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – результаты, отраженные в диссертационной работе, получены на сертифицированном оборудовании с применением современных методик сбора и обработки данных и обеспечиваются необходимым и достаточным количеством исследовательского материала, воспроизводимостью результатов опытов;

установлено согласование результатов данной работы с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя состоит в:

- в проведении экспериментальных исследований малоразмерной и полноразмерной моделей двухфазных жидкостно-газовых эжекторов, обработке и интерпретации полученных результатов;
- разработке, изготовлении и апробировании новых конструкций смесительного элемента двухфазного жидкостно-газового эжектора;
- разработке инженерной методики проектирования двухфазных жидкостно-газовых эжекторов с использованием пакетов прикладных программ гидрогазодинамики, с учетом применения при высотных испытаниях реактивных двигателей и их агрегатов.

На заседании 26 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Заранкевичу И.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 21 , против - нет , недействительных бюллетеней -1

Председатель

диссертационного совета



Равикович

Юрий Александрович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Зуев

Юрий Владимирович

26 декабря 2017 года