

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 403.004.01
НА БАЗЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО»
МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (ДЕПАРТАМЕНТ АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 03 декабря 2019 г. № 11

О присуждении Сенюеву Ивану Владимировичу, гражданину России, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие методов пирометрии применительно к аэродинамическому эксперименту» по специальности 05.07.01 – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов» в виде рукописи **принята к защите** 17 сентября 2019 года (протокол №4) диссертационным советом Д 403.004.01 на базе Государственного научного центра Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ») Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности). Адрес организации: 140180, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1. Приказом Минобрнауки России №75/нк от 15.03.2013 диссертационному совету Д 403.004.01 предоставлено право приёма к защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, доктора наук.

Соискатель Сенюев Иван Владимирович 1987 года рождения.

В 2011 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (в настоящее время: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»). В 2012 году Сенюев И.В. поступил в заочную аспирантуру ФГУП «ЦАГИ», которую окончил в 2016 году. В настоящее время **работает** и.о. начальника сектора №10 отделения измерительной техники и метрологии научно-экспериментального комплекса развития экспериментальной базы ФГУП «ЦАГИ», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности).

Диссертация выполнена в научно-исследовательском отделении измерительной техники и метрологии научно-экспериментального комплекса развития экспериментальной базы ФГУП «ЦАГИ», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности).

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Мошаров Владимир Евгеньевич, ФГУП «ЦАГИ», Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Департамент авиационной промышленности), научно-исследовательское отделение измерительной техники и метрологии научно-экспериментального комплекса

развития экспериментальной базы, заместитель начальника отделения по бесконтактным методам измерения.

Официальные оппоненты:

Липницкий Юрий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», г. Королев, главный научный сотрудник лаборатории 2100;

Лебедев Сергей Владимирович, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», г. Москва, инженер кафедры «Диагностические информационные технологии»

– дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Государственный научный центр Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова», г. Москва, в своём положительном заключении, подписанном Смирновым Валерием Васильевичем – доктором физико-математических наук, профессором, начальником отдела «Диагностики неравновесных процессов в реагирующих потоках» и Минеевым Борисом Ивановичем – кандидатом физико-математических наук, главным метрологом, начальником отдела «Измерительной техники и метрологии», указала, что диссертационная работа Сенюева Ивана Владимировича «Развитие методов пирометрии применительно к аэродинамическому эксперименту», выполнена на высоком уровне и является завершённой научно-квалификационной работой. Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор, Сенюев Иван Владимирович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.01 – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов». Отзыв обсужден на совместном заседании Научно-технических советов отдела «Измерительной техники и метрологии» и отделения «Неравновесных физико-химических процессов в газовых потоках и в элементах реактивных двигателей» (протокол №24 от 30 сентября 2019 г.).

Соискатель имеет 51 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 38 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 3 работы и получен 1 патент на полезную модель.

Наиболее значимые работы:

1. И.В. Сенюев. Применение спектральной пирометрии в аэродинамическом эксперименте для измерения температуры поверхности и пламени. //Ученые записки ЦАГИ. 2017. Том XLVIII. Выпуск №2. С. 50-61.

Авторский вклад 100%. В работе продемонстрирована перспективность применения спектральной пирометрии в аэродинамических установках для измерения температуры поверхности и углеводородного пламени. Спектральная пирометрия поверхности и углеводородного пламени имеют единую методологию и одну теоретическую базу. Приведены результаты измерений яркостной и спектральной температур и определения коэффициента спектральной излучательной способности теплозащитных материалов в тепловой аэродинамической трубе. В лабораторных условиях продемонстрирована возможность измерения температуры пламени и объемной доли сажи.

2. В.А. Казаков, И.В. Сенюев. Измерение распределения температуры на

поверхности образца при испытаниях в тепловых аэродинамических трубах. //Труды МАИ. 2017. №94.

Авторский вклад 50%. В работе приведены результаты экспериментального исследования по измерению распределения температуры по поверхности образца теплозащитного материала при его испытании в аэродинамической установке методом спектральной пирометрии с помощью многоканального спектрометра.

3. V.E. Mosharov, V.N. Radchenko and I.V. Senyuev. Pyrometry Using CCD Cameras. //Instruments and Experimental Techniques (“Приборы и техника эксперимента”). 2013. Vol. 56. № 4. PP. 491–496.

Авторский вклад 33%. Работа посвящена описанию методики измерения распределения яркостной температуры поверхности моделей в тепловых аэродинамических трубах с помощью П.З.С. камер. Рассматриваются вопросы выбора рабочей длины волны, метрологии П.З.С. камеры, градуировки камеры по черному телу и температурным лампам, а также возможность использования светодиодного стабилизированного источника монохроматического излучения для учета пропускания измерительного тракта. Для обоснования яркостной пирометрии и оценки излучательной способности предлагается измерять спектр излучения исследуемой поверхности. Статья индексирована в SCOPUS.

4. Патент на полезную модель №171402, РФ / Мошаров В.Е., Радченко В.Н., Сенюев И.В. «Устройство для экспресс-калибровки яркостного пирометра». – 2017.

Авторский вклад 33%. Патент охраняет конструкцию стабилизированного источника монохроматического излучения и способ его применения для калибровки яркостного пирометра, который заключается в учете коэффициента пропускания оптического тракта яркостного пирометра.

Основные результаты, описанные в публикациях, докладывались автором на 14-ти международных и 20-и отраслевых конференциях.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

Отзыв официального оппонента Ю.М. Липницкого – положительный, замечания следующие:

1. В главе 3 указано, что важным источником погрешности измерений температуры может служить наложение спектров. В установках с ЭД или ВЧ подогревом газа источником теплового излучения может быть форкамера (в ЭДУ) или разрядная камера (ВЧ плазмотрон), где температура газа может достигать значений ~ 10000 К. По-видимому, в этом случае необходимы прямые измерения лучистых потоков в точке расположения испытываемых образцов ТЗМ или их расчётное определение.
2. В работе используется для излучательной способности сажи зависимость $\varepsilon \sim 1/\lambda$, вытекающая из теории рассеяния Ми для частиц, у которых выполняется условие $2\pi r/\lambda \ll 1$ (где r - размер частиц, λ – длина волны регистрируемого излучения). Это предположение следует уточнить при испытаниях по измерению температуры продуктов сгорания с наличием сажи на стенде Т-131, поскольку типовые частицы сажи в углеводородных пламенах с большим избытком топлива имеют размер $\sim 20-70$ нм, и при длине волны наблюдаемого излучения от 600 до 800 нм значение $2\pi r/\lambda$ будет принимать значение в диапазоне от 0,15 до 0,73, что не считается числом, значительно меньшим

единицы.

Отзыв официального оппонента С.В. Лебедева – положительный, замечания следующие:

1. Из обзора литературных источников неясно каких успехов достигли авторы работ в области решения проблем пирометрии на текущий момент.
2. Формула 3.2 справедлива только при условии равенства спектральной температуры и термодинамической.
3. Автором в главе 3 перечислены источники погрешности при использовании метода спектральной пирометрии, при этом не дается оценка суммарной максимальной погрешности метода в условиях измерений поверхностей образцов при экспериментах на АДТ.
4. В тексте диссертации не дано достаточное математическое обоснование расчета температуры спектральным методом. Упоминается лишь, что используется метод определения температуры по углу наклона кривой Планка в функциональных координатах. Однако при наличии зависимости $\varepsilon(\lambda)$, прямой в функциональных координатах не наблюдается, и требуется тщательно выбирать как рабочий спектральный участок, так и метод расчета угла наклона зависимости.
5. В третьей главе присутствует оценка погрешности метода спектральной пирометрии, не учитывающая зависимость погрешности от абсолютной величины коэффициента излучения.

Отзыв ведущей организации – положительный, замечания следующие:

1. В диссертации не корректно используется термин «методика измерения». Методика измерения – это нормативный документ, имеющий определенное метрологическое назначение. Приведенные в диссертационной работе методики не имеют статуса метрологических документов.
2. Не следовало бы называть устройство для измерения пропускания оптического тракта «калибром яркости», т.к. это устройство не является эталонным с метрологической точки зрения.
3. Не рассмотрен вопрос равновесия температуры сажи и температуры газа. В работе измеряется температура сажевых частиц, а говорится о температуре газа.
4. Автор не ссылается на результаты работы по термометрии на стенде Т-131 ЦАГИ, полученные ранее методом КАРС: К.А. Vereschagin, V.I. Ivanov, V.A. Sabelnikov, V.V. Srnirnov, O.M. Stel'makh, V.I.Fabelinsky, W. Clauss, M. Oswald. Temperature measurements by CARS in hydrogen-fuelled scramjet combustor // *Aerosp. Sci. Technol.* 2001, v. 5. p. 347-355.
5. Встречаются фразеологические неточности: «монохроматический источник излучения». Правильно: «источник монохроматического излучения».

На автореферат поступило 7 отзывов из организаций.

1. Отзыв на автореферат **Государственного научного центра Российской Федерации Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» (ФГУП ВИАМ)**, г. Москва составлен начальником сектора лаборатории №13 «Керамические композитные материалы, антиокислительные покрытия и жаростойкие эмали», кандидатом технических наук, доцентом Сорокиным Олегом Юрьевичем. Отзыв

положительный, имеются следующие замечания:

- Отсутствует необходимая расшифровка некоторых терминов в начале автореферата, например, АДТ, КАРС. Возможно, она присутствует в диссертации, однако следовало бы указать их полное название и в автореферате.
- Наличие грамматических ошибок, например:
 - а) на странице 19 (. . . были проведены расчетные исследования. В процессе, которых...);
 - б) на странице 20 (...пятно сбора спектрометра имеет конченные размеры...) и др.
- В параграфе 4.2 на стр. 23 говорится об экспериментальных данных, которые подтвердили ранее сделанную гипотезу о пламени, которое необходимо считать облаком мелких частиц. Однако каких-либо подтверждающих результатов не приводится.
- В целях и задачах работы планируется проведение сравнения результатов измерения температуры методом спектральной температуры с другими методами. Однако в тексте автореферата описывается сравнение только с результатами, полученными методом КАРС на стенде ФГУП «ЦИАМ».

2. Отзыв на автореферат Государственного научного центра Российской Федерации Акционерного общества «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина» (АО «ОИПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»), г. Обнинск составлен начальником сектора теплопрочностных испытаний, доктором технических наук Райляном Василием Семеновичем и начальником лаборатории комплексных исследований свойств конструкционных керамических, стеклообразных и стеклопластиковых материалов, кандидатом физико-математических наук Забежайловым Максимом Олеговичем. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- Утверждение автора при анализе основных результатов, что спектральная пирометрия позволяет измерять температуры в диапазоне 700 – 3000 °С и выше, не подтверждается при изложении результатов исследований в экспериментальной части, где указана максимальная температура не выше 2500 °С.
- При изложении материала автор вводит термин «эффективная температура», который не является корректным, так как разъяснения, что это температура, которой соответствует яркость излучения калибра яркости, не достаточно.

3. Отзыв на автореферат Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), г. Москва, составлен доцентом кафедры «Перспективные материалы и технологии аэрокосмического назначения», кандидатом технических наук Астаповым Алексеем Николаевичем. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- Из текста автореферата неясно как определялась «эффективная температура» малогабаритного стабилизированного источника излучения.
- В тексте автореферата отсутствуют данные о спектральной зависимости мнимой и действительной частей комплексного показателя преломления сажи, а также их влияние на результат измерения температуры пламени методом спектральной пирометрии.
- В автореферате не уделено достаточного внимания вопросу теплового равновесия

между частицами сажи и окружающей среды.

4. Отзыв на автореферат **Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (ИТПМ СО РАН)**, г. Новосибирск, составлен старшим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук, доцентом Гуляевым Игорем Павловичем. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- В автореферате уделено чрезвычайное внимание описанию общеизвестных сведений об используемых методах (например, описание конструкции спектрометра схемы Черни-Тернера или вклад неизвестного значения излучательной способности материала в методические погрешности измерений яркостной пирометрии), но не отражены многие важные детали проведенных работ и характеристики использованных приборов, которые определяют достоверность результатов:
 - не указан спектр излучения ИК-диодов «калибра яркости» и рабочая длина волны (спектральная полоса) яркостного пирометра в описании разделов 2.2, 2.3;
 - не указан диапазон длин волн, по которому определяли спектральную температуру объектов в экспериментах раздела 3.2, 3.5, и расчетах раздела 3.6;
 - не указано, каким образом проводилось определение спектральной чувствительности фотоспектрометра;
 - не представлены данные о размерах частиц сажи в исследуемых пламенах, которые подтверждают рэлеевский характер рассеивания излучения ($\tau_c \ll \lambda$);
 - не ясно, была ли завершена работа по созданию многоканального спектрометра на базе фотоматрицы (раздел 3.2).
- Несмотря на то, что основным инструментом в работе является метод спектральной пирометрии, в автореферате не приведено ни одного зарегистрированного спектра излучения. Не обсуждается влияние присутствия в спектре случайных шумов (цифровых), а также фонового излучения (непрерывного и полосового) газового потока на точность измерений и выбор рабочего спектрального диапазона. В п.3 защищаемых положений упоминается «уточнение поля температуры теплозащитных материалов», однако в автореферате отсутствуют данные об измерении распределений температуры по поверхности объектов. В целом, в автореферате представлены результаты лишь трех экспериментов (рис. 2, рис. 5-7, рис. 11-12), если не считать эксперименты по проверке температурных измерений независимыми методами.
- В тексте автореферата присутствуют некоторые ошибочные утверждения, касающиеся теоретических основ пирометрии. Например, на с.14 указано, что «Спектральная пирометрия является единственным методом измерения температуры поверхности без информации о величине излучательной способности». Следует возразить, что хорошо известная 2х-цветовая пирометрия (спектрального отношения) позволяет получать оценки температуры тела с точно той же методической погрешностью, связанной с неизвестной излучательной способностью материала, с тем лишь отличием, что угол наклона линейного графика в координатах Вина определяется не методом МНК по множеству точек (длин волн), а однозначно по двум точкам (длинам волн). Или, в выводах на с. 27 утверждается, что «...для измерения температур выше 3000 °С необходимо применять закон Планка, а не Вина». Для соблюдения условия приближения Вина $C_2/\lambda T \gg 1$ при более высоких температурах

источника излучения достаточно выбрать меньшую рабочую длину волны, что обычно не представляет никаких трудностей при использовании фотоспектрометров.

5. Отзыв на автореферат **Акционерного общества «Научно-производственное объединение «Молния» (АО «НПО «Молния»), г. Москва**, составлен начальником проектно-теоретического отделения, доктором технических наук Тимошенко Валерием Павловичем. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- В работе не проведено сравнение результатов измерения температуры поверхности пирометрическими и контактными методами, например, с использованием термопар при испытаниях теплозащитных материалов в условиях аэродинамического нагрева.
- В рамках работы не проведено сравнение метода спектральной пирометрии с другими методами измерения температуры пламени в аэродинамической установке.

6. Отзыв на автореферат **Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», г. Жуковский**, составлен доцентом кафедры общей физики, кандидатом технических наук Моношкиным Юрием Владимировичем. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- В автореферате имеются незначительные неточности и опечатки.
- В работе не приведено сравнение результатов измерения методами пирометрии температуры поверхности и с контактными методами.

7. Отзыв на автореферат **Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН), г. Новосибирск**, составлен ведущим научным сотрудником научно-исследовательской лаборатории радиационного теплообмена, кандидатом технических наук Емельяновым Алексеем Алексеевичем и старшим научным сотрудником научно-исследовательской лаборатории радиационного теплообмена, кандидатом физико-математических наук Слепцовым Семеном Дмитриевичем. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

- В автореферате не поясняется возможность получения температурного распределения по поверхности испытуемого образца в процессе “нагрев-охлаждение”. Нагревание рабочего тела происходит неравномерно, соответственно, присутствует распределение температуры на поверхности образца, а спектрометр регистрирует осреднённый по пятну сбора (2-3 мм в диаметре) спектр излучения.
- В автореферате автор не приводит зависимость излучательной способности испытуемых образцов от температуры при монохроматическом излучении, которая могла бы иметь важную фундаментальную ценность.
- Ограниченное число публикаций в рейтинговых изданиях.

Получен **акт об использовании** в отделении аэродинамики силовых установок научно-исследовательского комплекса аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов ФГУП «ЦАГИ» **научных результатов диссертационной работы** Сенюева Ивана Владимировича, подписанный начальником отделения аэродинамики силовых установок комплекса аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов ФГУП «ЦАГИ», кандидатом технических наук Чевагиным Александром Федоровичем и утверждённый заместителем Генерального директора ФГУП «ЦАГИ» – начальником комплекса аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов, доктором физико-

математических наук Ляпуновым Сергеем Владимировичем.

Получен **акт об использовании** в отделении аэротермодинамики гиперзвуковых летательных аппаратов, объектов авиационно-космической и ракетной техники научно-исследовательского комплекса аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов ФГУП «ЦАГИ» **научных результатов диссертационной работы** Сенюева Ивана Владимировича, подписанный начальником комплекса аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов ФГУП «ЦАГИ», доктором физико-математических наук Дроздовым Сергеем Михайловичем и утверждённый заместителем Генерального директора ФГУП «ЦАГИ» – начальником комплекса аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов, доктором физико-математических наук Ляпуновым Сергеем Владимировичем.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями, компетентностью и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Это подтверждено списками работ по профилю диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана и экспериментально подтверждена методика измерения яркостной температуры в условиях аэродинамической установки с применением малогабаритного монохроматического источника излучения «калибр яркости», которая позволяет повысить точность измерения яркостной температуры путем учета коэффициента пропускания оптического тракта яркостного пирометра;

разработана методика совместного применения яркостной пирометрии и спектральной пирометрии для определения коэффициента спектральной излучательной способности, что повышает информативность и точность результатов измерения температуры поверхности;

предложен способ расчетного определения характеристик пламени, основанный на теории распространения света в мутной среде;

экспериментально **доказана** возможность измерения температуры пламени по собственному тепловому излучению сажи методом спектральной пирометрии.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что при измерении температуры пламени по собственному свечению сажи необходимо пламя рассматривать как облако малых частиц, размеры которых много меньше длины волны наблюдения,

изложены физические основы разработанной методики измерения яркостной пирометрии с применением малогабаритного стабилизированного источника монохроматического излучения «калибр яркости»,

раскрыты проблемы, возникающие при измерении высоких температур в условиях аэродинамических установок методами пирометрии,

изучены основные источники погрешностей измерения температуры методом спектральной пирометрии в условиях аэродинамической установки,

проведены расчеты по определению оптических характеристик пламени на основе теории распространения света в мутной среде.

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

разработаны и внедрены в производственную практику в двух подразделениях ФГУП «ЦАГИ» методики измерения температуры,

создано устройство (Патент на полезную модель №171402) и разработана методика для оперативной калибровки яркостного пирометра на месте проведения измерений,

на работу даны положительные отзывы ведущих организаций, занимающихся разработкой теплозащитных материалов (ФГУП ВИАМ, ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены на высокоточном сертифицированном оборудовании, в том числе с применением Государственного эталона единицы температуры 2 разряда (регистрационный номер 3.1.АОЛ.0009.2016),

идея работы базируется на оптических методах измерения температуры по собственному тепловому излучению – пирометрии,

теория построена на известных фундаментальных законах, описывающих тепловое излучение и распространение света в мутных средах,

установлено качественное и количественное согласование расчетных и экспериментальных результатов исследования температуры углеводородного пламени,

проведена верификация метода спектральной пирометрии для измерения температуры углеводородного пламени методом КАРС.

Личный вклад соискателя состоит:

– **в проведении:**

- анализа научной литературы по теме диссертации,
- расчетных и экспериментальных исследований,
- монтажа и наладки измерительного оборудования для измерения спектральной температуры углеводородного пламени на стенде АДТ Т-131 ЦАГИ,
- анализа источников погрешности измерения спектральной температуры,
- совместно с сотрудниками ЦИАМ эксперимента по верификации метода спектральной пирометрии с помощью метода КАРС;

– **в разработке:**

- конструкции малогабаритного стабилизированного источника монохроматического излучения «калибр яркости»,
- методики калибровки яркостного пирометра с применением «калибра яркости» на стендах АДТ Т-122М ЦАГИ и ВАТ-104 ЦАГИ;

– **в выполнении:**

- расчетов по определению величины методической погрешности метода спектральной пирометрии при измерении температуры и углеводородного пламени,
- обработки экспериментальных данных во всех экспериментах;

– **в подготовке** публикаций в периодических изданиях и выступлениях с докладами на отраслевых и международных конференциях.

На заседании 03 декабря 2019 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденному Постановлением Правительства Российской Федерации от 24


сентября 2013 г. №842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 01.10.2018 г. №1168) и принял решение присудить Сенюеву Ивану Владимировичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 05.07.01 - «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них:

- по специальности 01.02.05- «Механика жидкости, газа и плазмы»
7 докторов физико-математических наук,
1 доктор технических наук;
- по специальности 05.07.01- «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов»
3 доктора физико-математических наук,
6 докторов технических наук;
- по специальности 05.07.03- «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов»
1 доктор физико-математических наук,
4 доктора технических наук;


участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 20, против присуждения учёной степени 0, недействительных бюллетеней 2.

Заместитель председателя
диссертационного совета Д 403.004.01,
доктор физико-математических наук


С.В. Ляпунов

Учёный секретарь
диссертационного совета Д 403.004.01,
доктор физико-математических наук




М.А. Брутян

03 декабря 2019 года