

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** 24.2.327.06

**Соискатель:** Семенов Дмитрий Сергеевич

**Тема диссертации:** Идентификация математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса с использованием бесконтактных измерений

**Специальность:** 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации.**

На заседании 27 декабря 2022 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, приведенным в "Положении о присуждении ученых степеней", утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Семенову Дмитрию Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

**Присутствовали:** председатель диссертационного совета Равикович Ю.А., ученый секретарь диссертационного совета Краев В.М., члены диссертационного совета: Агульник А.Б., Абашев В.М., Демидов А.С., Кочетков Ю.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., Тимушев С.Ф., Хартов С.А.

Ученый секретарь диссертационного совета  
24.2.327.06, д.т.н., доцент

Краев В.М.

Начальник  
Т.А. Анисимов



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.06, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ИНСТИТУТ» (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27 декабря 2022 г. № 27

О присуждении Семенову Дмитрию Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Идентификация математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса с использованием бесконтактных измерений» по специальности 1.3.14. — «Теплофизика и теоретическая теплотехника» принята к защите 26 октября 2022 г. (протокол заседания №13), диссертационным советом 24.2.327.06 созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ о создании диссертационного совета – 669/нк от 24.06.2022 г.

Соискатель Семенов Дмитрий Сергеевич, 04.12.1990 года рождения, гражданин Российской Федерации. В 2015 году соискатель закончил бакалавриат федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки «Биотехнические системы и технологии» после чего продолжил обучение в Московском авиационном институте, окончив в 2017 году магистратуру по направлению подготовки «Ракетные комплексы и космонавтика», а в 2021 аспирантуру по направлению подготовки «Авиационная и ракетно-космическая техника».

В период подготовки диссертации Семенов Д.С. работал в Государственном бюджетном учреждении здравоохранения города Москвы «Научно-практическом клиническом центре диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы» в отделе инновационных технологий в должности начальника сектора стандартизации и контроля качества, а по совместительству работал на кафедре «Космические системы и ракетостроение» Московского авиационного института в должности младшего научного сотрудника.



**Диссертация выполнена на кафедре «Космические системы и ракетостроение»** федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор **Ненарокомов Алексей Владимирович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

**Официальные оппоненты:**

**Терехов Виктор Иванович** – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник

**Сыродой Семен Владимирович** – доктор технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», доцент дали **положительные отзывы** на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук в своем положительном заключении, подписанном заместителем директора по научной работе, кандидатом физико-математических наук Захаровым Максимом Сергеевичем и утвержденном директором института, доктором физико-математических наук Виноградовым Андреем Владимировичем, отметила, что результаты исследования имеют научную новизну, теоретическую и практическую значимость. В отзыве указано, что диссертация Семенова Д.С. посвящена решению актуальной задачи – разработке методики идентификации математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса в условиях невозможности применения контактных средств измерения температуры. Диссертационная работа Семенова Д.С. представляет собой законченное исследование, посвященное актуальной теме и выполненное на высоком уровне. Диссертация удовлетворяет требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Семенов Дмитрий Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Соискатель имеет 68 опубликованных работ, общим объёмом 75,94 п.л., в т.ч. 17 - по теме диссертации. Из них 3 – статьи в научных журналах из списка ВАК, 5 - в журналах,



входящих в системы цитирования Scopus и WoS, 5 – тезисы докладов на конференциях. Все работы написаны в соавторстве.

Научные работы соискателя посвящены важной проблеме, возникающей при проектировании теплонагруженных систем, является прогнозирование их поведения в условиях эксплуатации. Отличительной чертой предложенного подхода является декомпозиция вычислительного процесса. Рассмотрена одномерная математическая модель переноса тепла под действием импульсного теплового потока лазера. Разработан алгоритм ее идентификации, методика проведения тепловых испытаний и программное обеспечение, реализующее расчет. Проведена экспериментальная апробация в ходе определения характеристик образца из полиэтилена низкого давления, показавшая эффективность метода.

Личный вклад автора заключается в: постановке задачи идентификации модели теплопереноса без использования контактных средств измерения температуры, разработке алгоритма и программного обеспечения, разработке технического задания, проведении подготовки и обработки результатов экспериментальных исследований.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

Наиболее значимые работы:

1. Ненарокомов А.В., Семенов Д.С., Домбровский Л.А. Идентификация математических моделей теплообмена с использованием бесконтактных измерений. *Тепловые процессы в технике*. 2018. Т.10. № 7-8. С. 354-360.
2. Семенов Д.С., Ненарокомов А.В., Будник С.А. Идентификация математических моделей нагрева тканей без контактных измерений. *Экспериментальная отработка. Тепловые процессы в технике*. 2019. Т. 11. № 12. С. 550-555.
3. Семенов Д.С., Ненарокомов А.В., Кудрявцев Н.Д. Обзор методов измерения температуры в медицине. *Тепловые процессы в технике*. 2021. Т.13. № 10. С. 467-480. DOI: 10.34759/tpt-2021-13-10-467-480
4. D.S. Semenov, A.V. Nenarokomov, S.A. Budnik. Non-contact heat transfer models identification: Laser hyperthermia of superficial human tissues. *Journal of Physics: Conference Series*. 1683 (2020) 022011. doi:10.1088/1742-6596/1683/2/022011
5. Semenov D.S., Yatseev V.A., Akhmad E.S., Vasilev Yu.A., Sergunova K.A., Petraikin A.V. High-precision temperature measurement system for magnetic resonance imaging. *Measurement Techniques*. Vol.63. No. 5. 2020. P.401–406. DOI 10.1007/s11018-020-01801-4



6. D.S. Semenov, A.V. Nenarokomov. Non-contact heat transfer models identification for laser hyperthermia of semi-transparent materials. *Journal of Physics: Conference Series*. 2119 (2021) 012147. doi: 10.1088/1742-6596/2119/1/012147
7. Ненарокомов А.В., Семенов Д.С. Исследование радиационно-кондуктивного теплопереноса путем бесконтактных измерений. Идентификация математических моделей теплообмена для непрозрачных материалов. *Инженерно-физический журнал*. 2021. Т. 94. №6. С.1458–1464.
8. A.V. Nenarokomov, D.S. Semenov. Investigation of radiative-conductive heat transfer by noncontact measurements. Identification of mathematical models of heat transfer for nontransparent materials. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, Vol. 94, No. 6, November, 2021. P.1425–1431. DOI 10.1007/s10891-021-02422-6
9. Семенов Д.С., Сергунова К.А., Ахмад Е.С., Петряйкин А.В., Васильев Ю.А., Яцеев В.А. Оценка нагрева металлоконструкций при проведении магнитно-резонансной томографии // *Радиология–практика*. 2019. №3 (75). С. 30–40.
10. Семенов Д.С., Ненарокомов А.В., Домбровский Л.А. Идентификация математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса с использованием бесконтактных методов измерения температуры применительно к лазерной гипертермии поверхностных опухолей. *Медицинская физика*. 2019. №1(81). С. 57-58.
11. Семенов Д.С., Яцеев В.А., Ахмад Е.С., Васильев Ю.А., Сергунова К.А., Петряйкин А.В. Высокоточная система измерений температуры для магнитно-резонансной томографии. *Измерительная техника*. №5. 2020. С.66–71.
12. Семенов Д.С., Ненарокомов А.В. Методика выбора оптимального режима лазерной гипертермии поверхностных тканей // *Медицинская физика*. 2021. №1 (89). С. 46–47.
13. Ненарокомов А.В., Семенов Д.С., Домбровский Л.А. Идентификация математических моделей теплопереноса без внутренних измерений температуры. Труды седьмой российской национальной конференции по теплообмену в 3х томах. Издательский дом МЭИ. 2018. С.159-161.
14. Ненарокомов А.В., Семенов Д.С. Идентификация моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса применительно к лазерной гипертермии поверхностных тканей. *Современные проблемы теплофизики и энергетики (19–23 октября 2020): материалы III международной конференции – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 708 с. С.208–209.*



15. Семенов Д.С., Ненарокомов А.В. Идентификация моделей теплопереноса в полупрозрачных материалах без использования контактных измерений. XXXXVII Сибирский теплофизический семинар. Тезисы докладов. С.228.
16. Семенов Д.С., Ненарокомов А.В., Будник С.А. Расчетно-экспериментальный метод идентификации математических моделей переноса тепла при лазерной гипертермии поверхностных тканей с использованием бесконтактных измерений. 2021. XVI Минский международный форум по тепло- и массообмену. Тезисы докладов и сообщений. С.1256–1259.
17. Семенов Д.С., Ненарокомов А.В. Расчетно-экспериментальный метод идентификации моделей теплопереноса без использования контактных средств измерения температуры. XXXXVIII Сибирский теплофизический семинар. Тезисы докладов. С.224

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все отзывы положительные).

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Терехова Виктора Ивановича** – доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, содержит замечания:

1. Автором решаются обратные задачи в одномерной постановке. На самом деле возможны краевые эффекты, которые могут сводить задачу теплопроводности к двумерной. Эта проблема требует более детального обсуждения.
2. В работе учитывается только два механизма переноса теплоты от поверхности исследуемого тела – конвекция и радиационная компоненты. У биологических тканей мощным фактором является фазовый переход (испарение). Ясно, что его учет требует детального рассмотрения, но какие-то, даже грубые оценки следовало бы в работе сделать.
3. В диссертации практически не уделяется внимание поведению теплопроводности материала. В реальных условиях это строго постоянная величина? Изменяется ли при этом при перегреве структура материала? Как ведет себя коэффициент теплопроводности тканей?
4. В уравнении переноса тепловой энергии (4.2) дополнительный член, учитывающий прозрачность материала, имеет экспоненциальный вид. Пояснений по этому поводу нет, как и значений констант в этом слагаемом. Такие данные следовало бы привести.
5. На Рис. 3.9 – 3.11 следовало бы нанести шкалу масштабов по оси абсцисс (размеры лазерного пятна по двум координатам).



6. В тексте диссертации имеются ошибки и неточности. Например, в автореферате: стр. 7 после формулы (1) описываемая величина не соответствует размерности - ... температура перфузирующей крови [Дж/кг•К], в соотношении (2) величины  $f_{conv}$  и  $f_{rad}$  не могут быть коэффициентами теплоотдачи; стр. 22 термин «внекарабельная деятельность».

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Сыродоя Семена Владимировича** – доктора технических наук, доцента Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» содержит замечания:

1. Известно, что в реальной практике кожные покровы реагируют на термическое воздействие внешней среды (изменение цвета (покраснение или осветление), появление пиломоторного рефлекса, потоотделение и т.д.). Как в этих условиях разработанные автором методики идентификации математических моделей процессов теплопереноса в кожных покровах могут применяться.
2. Автор диссертации недостаточно полно обосновал диапазон изменения мощности лазера, применяемого в экспериментах для вычисления теплофизических характеристик кожных покровов.
3. На рисунке 5.17 приведена зависимость восстанавливаемого коэффициента поглощения  $\gamma$  от числа итераций. При этом значения  $\gamma$  монотонно линейно возрастают с увеличением числа итераций. Автору диссертации следовало бы указать диапазон значений итераций, при котором  $\gamma$  достигло бы асимптотически максимального значения.
4. Так как диссертационная работа направлена на соискание ученой степени кандидата технических наук, уместно было бы привести простые рекомендации по использованию полученных соискателем результатов в реальной практике.

**Отзыв на диссертацию ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук** содержит замечания:

1. В описании экспериментальной части ничего не говорится о стабильности мощности лазерного излучения в пределах единичного кратковременного включения, а также в пределах серии таких включений. Колебания уровня излучения могут вносить существенный вклад в расхождение расчетных и экспериментальных значений.
2. При апробации алгоритма идентификации математических моделей теплопереноса в качестве имитатора биологических тканей использовался полиэтилен низкого давления. В практическом плане интересно было бы также рассмотреть применение данного подхода для более сложных имитаторов тканей, например, пористых материалов, содержащих воду или физиологический раствор.



3. В Главе 4 расчеты модели теплопереноса с учетом полупрозрачности нагреваемого объекта выполнены при постоянной температуре правой стенки равной 36,6 °С, чем имитировалась работа системы терморегуляции человека. Однако соответствующие эксперименты проведены при температуре термостата 37,2 °С. Далее на рис. 5.15 приводится сравнение расчетных ( $T_2$ ) и экспериментальных ( $T_{2\text{эксп}}$ ) значений температуры. Из текста диссертации непонятно, для какой итоговой поддерживаемой температуры приведено данное сравнение.

4. В Главе 5 окончание итерационного процесса определяется значениями минимизируемого функционала невязки и наступает после 60 итераций, однако за это время сходимости решения в отношении восстанавливаемого линейного коэффициента поглощения, по всей видимости, не происходит, как видно из рис. 5.17.

5. На рисунках 3.9 – 3.11 следовало бы отобразить значения по оси абсцисс.

6. В тексте диссертации имеются опечатки.

**Отзыв на автореферат ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара, подписанный заведующим кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов», доктором технических наук, профессором Лившицом Михаилом Юрьевичем. Отзыв положительный. Имеются замечания:**

1. Следовало бы привести обоснование одномерной модели теплопереноса (4)-(7) в рассматриваемом примере, т.к., судя по постановке, существенную роль в нем играет теплоперенос вдоль поверхности нагреваемого участка. Обратное утверждение требует обоснования и экспериментального подтверждения.

2. В работе следовало бы отразить влияние погрешностей измерения, моделирования и т.д. на сходимость итерационной процедуры, состоятельность и несмещенность оценок.

**Отзыв на автореферат АО «Северо-западный региональный центр концерна ВКО «Алмаз-Антей» – Обуховский завод», г. Санкт-Петербург, подписанный начальником расчетно-исследовательского центра, кандидатом технических наук, доцентом Щегловым Д.К., начальником бюро надежности и эффективности технических систем, доктором технических наук, профессором Марченко Б.И., главным специалистом расчетно-исследовательского центра, кандидатом технических наук Макеевым А.Т. и утвержденный заместителем генерального директора, председателем секции НИОКР НТС Васильевым А.В. Имеются замечания и рекомендации:**

1. На рисунке 5 указаны значения температур  $T_1$  и  $T_2$ , однако в тексте и подрисуночной подписи не приводятся расшифровки указанных обозначений.



2. На рисунке 9 приведены результаты экспериментального измерения температур на левой и правой границе, однако было бы нагляднее продемонстрировать данные точки измерений на предыдущем рисунке 8.

3. В тексте автореферата целесообразно указать проблемную ситуацию (в науке и (или) в практике), на разрешение которой направлена работа автора.

**Отзыв на автореферат ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»**, г. Москва, подписанный профессором кафедры математики физического факультета МГУ, доктором физико-математических наук Яголой Анатолием Григорьевичем. Без замечаний.

**Отзыв на автореферат Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт космических исследований Российской академии наук**, г. Москва, подписанный заведующим Лабораторией рентгеновских детекторов и телескопов, доктором технических наук Семеной Николаем Петровичем. Имеются замечания:

1. Выбор полиэтилена низкого давления в качестве имитирующего кожу человека материала не обоснован в достаточной степени;
2. Автору следовало бы привести количественную оценку точности предложенного метода;
3. В автореферате отсутствует информация о временной эффективности разработанного алгоритма и возможности его применения в режиме реального времени.

**Отзыв на автореферат АО «Научно-исследовательский институт точных приборов»**, г. Москва, подписанный начальником лаборатории тепловых режимов, заместителем главного конструктора, доктором технических наук Алексеевым Владимиром Антоновичем и начальником сектора лаборатории тепловых режимов, кандидатом технических наук Титовой Алиной Сергеевной и утвержденный заместителем генерального директора по науке, доктором технических наук, доктором военных наук Костюковым Василием Федоровичем. Имеются замечания:

1. В работе отсутствует обоснование выбора полупрозрачности материала, как дополнительного влияющего фактора требующего учета;
2. Отсутствует также и оценка точности определения характеристик используемого в эксперименте материала.

**Отзыв на автореферат ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева»**, г. Королев Московской обл., подписанный начальником отделения систем терморегулирования, кандидатом технических наук Басовым Андреем Александровичем. Имеются замечания:



1. Страница 3, абзац 3. Тезис о недопустимости размещения во внутренних слоях экранно-вакуумной тепловой изоляции датчиков температуры неверен. В инженерной практике это действие легко выполнимо и часто применяется – например при тепловакуумных испытаниях датчики температуры устанавливаются под первый слой ЭВТИ без всяких затруднений;

2. Страница 4, абзац 2. Терминологически фраза «точная оценка» некорректна. Оценка того или иного параметра предполагает оперативное экспертное решение, с некой доверительной вероятностью определяющее тот или иной параметр, т.е. в термин «оценка» изначально заложена повышенная неопределенность, приводящая к погрешности. Оценка точной быть не может.

**Отзыв на автореферат ФГБОУ ВО Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, г. Москва, подписанный профессором кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции», доктором технических наук, доцентом Просунцовым Павлом Викторовичем. Имеются замечания:**

1. Не обоснован выбор математической модели, используемой для описания поглощения лазерного излучения материалов. По сути, автором применяется закон Бругера, точность которого для данного случая необходимо обосновать;

2. Если автор принимает образец материала частично прозрачным, то следовало бы остановиться на возможность бесконтактного измерения температуры его поверхности используемым оборудованием.

**Отзыв на автореферат АО «Научно-производственного объединения им. С.А. Лавочкина», г. Химки, Московская обл., подписанный инженером по испытаниям 1 категории, кандидатом технических наук, Е.В. Шеметовой и утвержденный заместителем генерального директора по научной работе, доктором технических наук, профессором, С.Н. Шевченко. Имеются замечания:**

1. Избыточный акцент работы на процессе переноса тепла в биологических тканях (а именно – коже человека), в то время как предложенная методика заявляется как универсальная;

2. Присутствуют грамматические и стилистические ошибки.

**Выбор официальных оппонентов обоснован их компетентностью в области исследований диссертационной работы, что подтверждается их научными публикациями в данной области.**

**Терехов Виктор Иванович** имеет ученую степень доктора технических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и молекулярная физика. За последние 5 лет имеет 12 публикаций по профилю работы в рецензируемых изданиях.



**Сыродой Семен Владимирович** имеет ученую степень доктора технических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника. За последние 5 лет имеет 15 публикаций по профилю работы в рецензируемых изданиях.

**Выбор ведущей организации** обоснован тем, что ее специалисты имеют значительный и уникальный опыт решения теоретических и прикладных задач теплофизики, а их достижения в отраслях науки, соответствующих тематике диссертации, широко известны. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают большим опытом изучения тепло- и массообмена:

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

- **разработана** расчетно-экспериментальная методика идентификации математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса без использования контактных средств измерения температуры;
- **доказана** эффективность предложенной методики методом вычислительного эксперимента при идентификации модели одномерного переноса тепла в пластине под воздействием импульсного теплового потока лазера в условиях теплообмена с окружающей средой;
- **выполнена** апробация методики на разработанной экспериментальной установке с использованием разработанного программного комплекса, реализующего итерационный вычислительный процесс;
- результаты работы **внедрены** в практику при выполнении научно-исследовательских работ в ГБУЗ «Научно-практическом клиническом центре диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ».

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в работе сформирован комплексный подход (алгоритм решения обратной задачи, программный комплекс и методика проведения эксперимента) к расчетно-экспериментальной идентификации математических моделей теплопереноса без использования внутренних контактных измерений, позволяющий определить свойства вновь разрабатываемых материалов и систем.**

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

- **определены** перспективы применения разработанного метода для решения широкого круга прикладных задач, включающих проектирование новых материалов и изделий из них, обеспечение безопасности проведения медицинских процедур, повышение точности прогнозирования процессов теплопереноса;



- полученные при выполнении работы **результаты** применены при выполнении темы Научно-исследовательской работы ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»: «Жизненный цикл ресурсов лучевой диагностики и терапии: качество, безопасность, прогнозирование» (ЕГИСУ: АААА-А20-120071090047-1);

- **проведен** цикл работ по расчетно-экспериментальному определению комплекса теплофизических и радиационно-оптических характеристик полупрозрачного материала.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- математические модели, методики расчета и анализ полученных результатов выполнены путем корректного применения общепринятых подходов к математическому моделированию, с использованием строго определенных методов теории теплообмена и решения обратных задач;

- результаты вычислительных и натуральных экспериментов оценивались на устойчивость, сходимость и адекватность рассматриваемому физическому процессу.

**Личный вклад** соискателя состоит в следующем:

- выполнена постановка задачи идентификации модели теплопереноса без использования контактных средств измерения температуры;

- разработан алгоритм и программное обеспечение для решения задачи определения комплекса характеристик системы;

- разработано техническое задание, проведена подготовка и обработка результатов экспериментальных исследований.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, которые бы ставили под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной, имеющей существенное практическое и теоретическое значение для развития и создания систем индивидуальной тепловой защиты, новых теплоизоляционных материалов, оценке характеристик поверхностей эксплуатируемых в жестких условиях материалов и в медицине, что соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней».

На заседании 27 декабря 2022 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи разработки метода идентификации математической модели радиационно-кондуктивного теплопереноса без внутренних измерений температуры, имеющей значение для развития авиационно-космической техники, присудить Семенову Дмитрию Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.



При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета  
24.2.327.06



Ю.А. Равикович

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
24.2.327.06

В.М. Краев

«27» декабря 2022 г.