

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** 24.2.327.06

**Соискатель:** Ильин Владислав Викторович

**Тема диссертации:** Методика определения теплофизических свойств сверхпроводящего материала в составе энергоустановки летательных аппаратов

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

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

На заседании 24 декабря 2025 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 Ильину Владиславу Викторовичу 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., Иванов А.В., Кочетков Ю.М., Лесневский Л.Н., Молчанов А.М., Мякочин А.С., Надирадзе А.Б., Ненарокомов А.В., Никитин П.В., Попов Г.А., Силуянова М.В., Тимушев С.Ф., Хартов С.А.

Проректор по научной работе МАИ  
д.т.наук, доцент

А.В.Иванов



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

В.М.Краев

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 УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 24.12.2025 г. № 125

О присуждении Ильину Владиславу Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика определения теплофизических свойств сверхпроводящего материала в составе энергоустановки летательных аппаратов» по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника» принята к защите 23.10.2025 г., (протокол заседания № 118) диссертационным советом 24.2.327.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»; 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4; приказ Министерства науки и высшего образования РФ о создании диссертационного совета – №669/нк от 24.06.2022 г.

Соискатель Ильин Владислав Викторович, 28 июля 1996 года рождения, в 2020 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» (присвоена квалификация «Инженер»; номер диплома: 107718 1141505; регистрационный номер 2020/60-006Д от 17 февраля 2020 года).

В 2024 году окончил очную аспирантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего

образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению подготовки 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника» (номер диплома: 107733 0004726; регистрационный номер 2024/6А-0457Д от 08 июля 2024 года).

В период подготовки диссертации соискатель Ильин В.В. работал с 2020 по 2021 год в Обществе с ограниченной ответственностью «КосмоКурс» в должности инженера конструктора 3 категории основного подразделения, с 2020 по 2022 год – в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» в должности инженера НИО-601 по внешнему совместительству, с 2021 по 2022 год – в Акционерном обществе «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» в должности инженера-конструктора 123 отделения. С 2023 года по настоящее время работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» в должности ассистента кафедры 601 «Космические системы и ракетостроение».

Диссертация выполнена в период освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель – Моржухина Алена Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент кафедры 601 «Космические системы и ракетостроение» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

**Официальные оппоненты:**

Лившиц Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет»;

Просунцов Павел Викторович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, в своем положительном отзыве, подписанном Виноградовым Андреем Владимировичем, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией фазовых переходов и неравновесных процессов и утверждённым Захаровым Максимом Сергеевичем, директором ИТФ УрО РАН, кандидатом физико-математических наук, указала, что диссертация Ильина Владислава Викторовича «Методика определения теплофизических свойств сверхпроводящего материала в составе энергоустановки летательных аппаратов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, посвященной решению актуальной научной задачи, соответствует паспорту специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника» (технические науки) и удовлетворяет требованиям п.9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., Ильин Владислав Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

За время работы над диссертацией Ильиным В.В. опубликовано 3 научные статьи, в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК РФ и приравниваемых к ним, сделано 9 докладов на международных и всероссийских конференциях.

Данные публикации посвящены исследованиям теплопереноса в обмотке катушки статора, входящей в состав энергетической установки летательных аппаратов, а именно математическому моделированию теплообмена и расчетно-экспериментальному определению теплофизических характеристик сверхпроводящего материала в криогенном диапазоне температур на основе методов решения обратных задач.

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

**Наиболее значимые работы соискателя:**

1. Алифанов О.М., Будник С.А., Викулов А.Г., Ненарекомов А.В., Титов Д.М., Моржухина А.В., Ильин В.В. Идентификация математических моделей теплопереноса ВТСП катушек. 1. Технические средства и методика проведения эксперимента // ИФЖ. 2023. Т. 96, № 5. С. 1381-1391.

В работе представлена методика проведения криогенных испытаний, описание используемого оборудования и экспериментальных образцов. Обмотку из высокотемпературного сверхпроводника предложено считать композиционным материалом со сложной структурой, который имеет существенное различие в значениях коэффициента теплопроводности вдоль оси перпендикулярной плоскости лент обмотки и вдоль осей, лежащих в плоскости лент обмотки. Личный вклад Ильина В.В. заключается в реализации и подготовке экспериментального модуля и формировании экспериментальных образцов.

2. Алифанов О.М., Будник С.А., Викулов А.Г., Ненарекомов А.В., Титов Д.М., Моржухина А.В., Ильин В.В. Идентификация математических моделей теплопереноса ВТСП катушек. 2. Алгоритм решения ОЗТ и результаты обработки экспериментальных данных // ИФЖ. 2023. Т. 96, № 6. С. 1405-1418.

В работе представлены данные температурных измерений в образцах сверхпроводящей ленты при охлаждении жидким азотом и последующем нагреве атмосферным воздухом. Личный вклад Ильина В.В. заключается в получении результатов обработки экспериментальной информации.

3. Ильин В. В., Моржухина А.В. Анализ текущего состояния проблемы исследования теплофизических свойств сверхпроводниковых материалов в составе электрических машин // Инженерная физика. 2025. № 5. С. 11-20.

В работе Ильиным В.В. выполнен краткий обзор существующих проектов энергетических установок на основе эффекта сверхпроводимости, показана важность исследований теплофизических свойств и проведен краткий анализ методов решения обратных задач теплообмена для этих целей.

4. Alifanov O.M., Nenarokomov A.V., Vikulov A.G., Morzhukhina A.V., Budnik S.A., Ilyin V.V. Modeling and identification of mathematical model of high-temperature superconducting coil // Proceedings of CHT-21 ICHMT International Symposium on Advances in Computational Heat Transfer. 2021. Pp. 293-304.

В работе Ильиным В.В. описан алгоритм идентификации математических моделей теплопереноса в сверхпроводниковой катушке на основе двухмодельного метода и метода итерационной регуляризации. Представлены результаты виртуального эксперимента.

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

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Лившица М.Ю.,** доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» содержит следующие замечания:

1. Используемый в диссертации многомодельный метод параметрической идентификации (стр. 23) предполагает решение обратной

задачи теплопроводности методом итерационной регуляризации по упрощенной математической модели теплопередачи, а прямой задачи, обслуживающей функционал невязок, по уточненной модели (см. главу 2 формулы (2.1), (2.2), (2.3), что обеспечивает коррекцию отыскиваемого параметра с помощью зависимости (2.5). С этой точки зрения не ясно, почему в качестве «подробной» модели не используется более полная и точная модель распределенными параметрами (МРП), хотя автор упоминает о ней в диссертации на стр. 51-52, ошибочно называя ее САЕ моделью сосредоточенными параметрами, применяет для ее численного решения метод конечных элементов в программной среде «Patran» с соответствующими граничными условиями и не использует это решение в дальнейшей процедуре идентификации.

2. Следовало бы привести обоснование использования математических моделей вида (2.31) в рассматриваемом в диссертации процессе охлаждения анизотропной обмотки в криогенном диапазоне температур. Усреднение по объему соответствующих узлов обмотки в условиях ярко выраженной анизотропии (см. рис. 4.1-4.4) и интенсивной теплоотдачи с поверхности приводит к существенной неравномерности по объему каждого из технологических узлов, что подтверждается экспериментом автора на рис. 3.19-3.21 и расчетами на «подробной» модели (см. рис. 4.6-4.9).

3. В диссертации поставлена цель разработки методики определения теплофизических свойств высокотемпературного сверхпроводящего материала. В этой связи следовало бы четко выделить в работе эту методику в качестве соответствующего методического материала с указанием границ применимости, требуемых вычислительных ресурсов, программного обеспечения и т.д. Также отсутствует явная форма алгоритмов идентификации моделей теплопереноса.

4. Существенную роль в получении результатов диссертации играет экспериментальное исследование. Однако в работе не представлены результаты статистической обработки экспериментальных данных, нет

сведений о погрешностях измерений с помощью использованного оборудования и т.д.

5. Работа, по мнению оппонента, перегружена материалом общего характера, в ущерб развернутому обоснованию и постановке решаемых конкретных задач. Например, в математической модели (2.31) на стр.41 вплоть до последней вычислительной процедуры содержится компонента излучения последнего и первого слоев, которыми автор впоследствии обоснованно пренебрегает. Также векторы  $r_1$  и  $r_2$  (2.52), совпадающие в силу симметрии  $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$  рассматриваются как отдельные векторы вплоть до окончательного вычисления.

6. Несмотря на то, что диссертация отличается грамотным изложением, ясным техническим языком, встречаются стилистические и грамматические ошибки. В частности, цель и задачи исследования на взгляд оппонента следовало бы изложить в более согласованной грамматической форме.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Просунцова П.В.,**  
доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» содержит следующие замечания:

1. Цель работы практически повторяет ее название и не отражает полезного эффекта, достигаемого в работе.

2. При проведении имитационного моделирования эксперимента не приведены отношения температур для приближенной и подробной моделей и их пространственно-временное распределение. Также неясно насколько они зависят от точности задания характеристик материалов, которые не идентифицируются (медь, полиамид).

3. Не показан ход итерационного процесса решения обратной задачи и ничего не сказано о принципах его завершения.

4. На рис. 4.2 и 4.4 представлены распределения объемной теплоемкости в поперечном и продольном направлении, которые существенно различаются, то время как объемная теплоемкость не зависит от направления и режима теплообмена.

5. Автором не проведена попытка проверки полученных результатов прямым измерением на современном теплофизическом оборудовании хотя бы в одном направлении и при температуре минус 150 – минус 100 градусов Цельсия, что дало бы значительно больше уверенности в полученных результатах.

**Отзыв на диссертацию ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики Уральского отделения Российской академии наук** содержит следующие замечания:

1. Автор утверждает, что широкое внедрение ВТСП-технологий сдерживается недостаточной изученностью теплофизических свойств сверхпроводниковых материалов и конструкций на их основе. Теплофизические свойства сверхпроводников безусловно играют важную роль в работе сверхпроводящих устройств, однако широкое использование высокотемпературных сверхпроводников в технологических устройствах сдерживается в основном проблемой обеспечения стабильности сверхпроводящих свойств ВТСП керамик.

2. Недостаточно конкретизированы положения, выносимые на защиту. 1). Желательно было бы указать, какие конкретно алгоритмы идентификации моделей теплопереноса разработаны диссидентом. 2). Какие конкретно результаты исследования теплофизических характеристик образцов ВТСП-материалов выносятся на защиту и в чем их значимость.

3. В ходе экспериментов образцы и датчик теплового потока подвергались значительным температурным воздействиям в широком диапазоне. Однако в работе не сказано, учитывалось ли возможное влияние теплового расширения на геометрические размеры. Учёт данного фактора мог

бы повысить точность измерений теплового потока, особенно на нестационарных участках охлаждения и нагрева.

4. В главе 4 сделан вывод об удовлетворительной точности экспериментальной установки и разработанной математической модели учётом погрешностей показаний термопар, но конкретные значения погрешностей измерений не приведены.

**Отзыв на автореферат диссертации Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,** составленный профессором кафедры «Прикладная математика», доктором технических наук, профессором Зарубиным В.С. содержит следующие замечания:

1. В работе представлены эффективные теплофизические характеристики обмотки как единого материала, однако не обсуждается физический смысл этих параметров с точки зрения микроструктуры. Каким образом полученные значения связаны со свойствами отдельных слоёв ленты?

2. В автореферате не достаточно подробно отражена информация об отработке экспериментального оборудования (термопар, датчика теплового потока), используемого для проведения криогенных испытаний образцов обмотки сверхпроводящей ленты, которая подтвердила бы точность средств измерений.

**Отзыв на автореферат диссертации Акционерного общества «Организация «Агат»,** составленный начальником отдела, кандидатом технических наук Крючковым М.Д., содержит следующие замечания:

1. Было бы полезно уточнить, в какой степени разброс данных между параллельными испытаниями (например, на рисунках 16-17) влияет на итоговые рекомендуемые значения для использования в инженерных расчетах.

2. В автореферате не указано, можно ли считать разработанную методику универсальной для различных типов лент, или она валидирована для конкретного использованного в работе материала?

**Отзыв на автореферат диссертации Московского института электроники и математики имени А. Н. Тихонова Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», составленный доцентом Департамента электронной инженерии, кандидатом технических наук Кожуховым М.В., содержит следующие замечания:**

1. Недостаточно освещены вопросы корреляции между теплофизическими и электрофизическими свойствами исследуемых материалов.
2. Недостаточно представлены возможности практического применения комплексного расчетно-экспериментального подхода для разработки силовых преобразователей, изготовленных с применением сверхпроводниковых технологий.

**Отзыв на автореферат диссертации Акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина», составленный главным конструктором по программе исследования дальнего космоса, кандидатом технических наук Шахановым А.Е. содержит следующие замечания:**

1. Не в полной мере раскрыто, как именно определяемые теплофизическими свойства сверхпроводниковой катушки влияют на проектные параметры энергетической установки летательного аппарата в целом.
2. Нумерация индексов температуры для узлов в математической модели начинается с нуля, а для показаний термопар в эксперименте – с единицы. Это создает определенные неудобства при сопоставлении расчетных и экспериментальных данных.

**Отзыв на автореферат диссертации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования**

"МИРЭА - Российский технологический университет", составленный доцентом кафедры автоматических систем Института искусственного интеллекта, кандидатом технических наук Акимовым Д.А., содержит следующие замечания:

1. В автореферате сказано, что адекватность алгоритмов проверялась на данных виртуального эксперимента. Однако не указаны количественные критерии, по которым оценивалось соответствие идентифицированных свойств заданным в модели.
2. В автореферате недостаточно подробно раскрыто, каким именно образом обеспечивается корректность перехода от подробной модели к упрощенной и обратно.
3. В работе успешно применены классические и хорошо зарекомендовавшие себя методы решения обратных задач теплообмена, основанные на итерационных алгоритмах и регуляризации. Вместе с тем в качестве перспективы развития представленной методики могло бы рассматриваться исследование возможностей применения методов искусственного интеллекта и машинного обучения, учитывая их активное развитие. Например, для более эффективного сглаживания зашумленных экспериментальных данных без потери их физической сути или для создания быстродействующих метамоделей, способных ускорить итерационные процедуры идентификации.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Ильина В.В., что подтверждается их научными публикациями в данной области.

Выбор Лившица М.Ю., доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» обосновывается его значительными научными достижениями в области

математических методов оптимизации и оптимального управления. Лившиц Михаил Юрьевич является автором многочисленных научных трудов, посвященных системной оптимизации процессов тепло- и массопереноса технологической теплофизики, оптимального управления объектами с распределенными и сосредоточенными параметрами и их температурными режимами.

Выбор Просунцова П.В., доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» обосновывается его широкой компетенцией в области теплообмена аэрокосмических летательных аппаратов. Научные труды Просунцова Павла Викторовича посвящены математическому моделированию теплопереноса в композиционных материалах, определению их теплофизических характеристик, применению теории и методов решения обратных задач.

Выбор ведущей организации обусловлен 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. Это позволило им компетентно оценить актуальность, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, а также дать конструктивные замечания и рекомендации по использованию результатов.

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

- разработана расчетно-экспериментальная методика определения теплофизических свойств сверхпроводящего материала, используемого в

качестве обмотки катушки статора электрогенератора, которая включает алгоритмы и программное обеспечение для идентификации математических моделей теплопереноса в катушке с различным числом пространственных измерений;

- получены температурные зависимости теплофизических характеристик экспериментальных образцов обмотки из сверхпроводящего материала.

**Теоретическая и практическая значимость исследования обусловлена тем, что:**

- впервые применены методы решения обратных задач теплообмена для исследования теплопереноса в сверхпроводящих материалах;
- предложена методика идентификации теплофизических свойств, позволяющая сократить время обработки экспериментальных данных за счет использования двухмодельного подхода;
- получены количественные данные по теплопроводности и теплоемкости сверхпроводящего материала в криогенном диапазоне температур в условиях анизотропной структуры;
- предложены подходы к определению теплофизических свойств сверхпроводящих материалов, которые могут быть использованы для комплексного моделирования теплового состояния элементов катушки статора генератора.

### **Оценка достоверности результатов исследования**

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием современных отработанных методов исследований, аттестованных средств измерений и экспериментального оборудования, проверенной методикой проведения тепловых испытаний, согласованием полученных экспериментальных данных с результатами математического моделирования.

### **Личный вклад соискателя состоит в:**

- разработке математических моделей теплопереноса, алгоритмов и программного обеспечения для их идентификации;

- участии в подготовке и проведении теплофизических испытаний;
- анализе полученной экспериментальной информации для получения искомых температурных зависимостей теплофизических свойств сверхпроводящего материала.

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

На заседании 24 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи по разработке методов расчетно-экспериментального определения теплофизических свойств сверхпроводящего материала средствами обратных задач теплообмена, имеющих важное значение для развития энергетических установок летательных аппаратов, основанных на эффекте сверхпроводимости, присудить Ильину В.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней 3.

Проректор по научной работе  
д.т.н., доцент

А.В.Иванов

Председатель  
диссертационного совета 24.2.327.06,  
д.т.н., профессор

  
Ю.А.Равикович

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

  
В.М.Краев

24 декабря 2025 г.