

## РЕШЕНИЕ

диссертационного совета Д 212.079.02 по результатам защиты диссертации Зариповой Дарьи Вадимовны на тему «Интенсификация теплоотдачи в воздушных системах охлаждения радиоэлектронного оборудования в условиях свободной конвекции» на соискание ученой степени кандидата технических наук (01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»)

(Протокол № 23 от 25 декабря 2019 г.)

На заседании 25 декабря 2019 года протокол № 23 диссертационный совет принял решение присудить Зариповой Дарье Вадимовне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 доктора наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника», участвовавших в заседании, из них 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 20, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного  
совета Д 212.079.02, д.т.н., профессор



Ю.Ф. Гортышов

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 212.079.02, д.т.н.

В.А. Алтунин

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.079.02 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А.Н. ТУПОЛЕВА -  
КАИ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от \_\_. \_\_.201\_ № \_\_\_\_

О присуждении ЗАРИПОВОЙ ДАРЬЕ ВАДИМОВНЕ, ГРАЖДАНКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ученой степени кандидата ТЕХНИЧЕСКИХ наук.

Диссертация «Интенсификация теплоотдачи в воздушных системах охлаждения радиоэлектронного оборудования в условиях свободной конвекции» по специальности 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника» принята к защите 16.10.2019 г., протокол № 16 диссертационным советом Д 212.079.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, д.10, созданного приказом Минобрнауки России № 774/нк от 05.11.2013 г.

Соискатель Зарипова Дарья Вадимовна, 1991 года рождения, работает инженером по подготовке производства в Обществе с ограниченной ответственностью «СпецЭлектроРемонт».

В 2015 году соискатель окончила магистратуру ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

В 2019 году соискатель окончила аспирантуру ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Диссертация выполнена на кафедрах «Теплотехники и энергетического машиностроения» и «Реактивных двигателей и энергетических установок» в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», ведомственная принадлежность: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – Лопатин Алексей Александрович, кандидат технических наук, доцент, проректор по образовательной деятельности и воспитательной работе ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ».

**Официальные оппоненты:**

1. **Николаев Андрей Николаевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой оборудования пищевых производств, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»;

2. **Усенков Роман Анатольевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры тракторов, автомобилей и энергетических установок института механизации и

технического сервиса, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет». дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», город Казань, в своем положительном заключении, подписанном доктором технических наук, доцентом, проректором по научной работе Ахметовой Ириной Гареевной и доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой теоретических основ теплотехники Дмитриевым Андреем Владимировичем указала, что диссертация Зариповой Дарьи Вадимовны на соискание ученой степени кандидата технических наук выполнена на высоком уровне и представляет собой законченное научное исследование в области теплофизики. Полученные в диссертации научные и практические результаты целесообразно использовать при разработках систем охлаждения радиоэлектронного, электросилового оборудования, а также систем, в которых необходим отвод тепла мощностью в диапазоне до 200 Вт. Результаты исследований могут быть использованы для проведения дальнейших научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Диссертация отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 14 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, из них 4 статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ и 10 публикаций в других изданиях.

Научные статьи в изданиях из перечня ВАК Минобрнауки России:

1. Николаева, Д.В. Экспериментальные и численные исследования теплоотдачи в свободно-конвективной системе охлаждения с осевым оребрением / Николаева Д.В., Лопатин А.А. // Труды АкадемЭнерго. – 2018. – № 3. – С. 23 – 32 (70 %).

2. Николаева, Д.В. Оптимальные геометрические характеристики разрезного оребрения в свободно-конвективных системах охлаждения / Николаева Д.В., Лопатин А.А. // Тепловые процессы в технике. – 2018. – Т. 10. – № 7-8. – С. 298-306 (75 %).

3. Николаева, Д.В. Оптимизация свободно-конвективной системы охлаждения на основе разрезного оребрения методом численного моделирования / Лопатин А.А., Николаева Д.В., Габдуллина Р.А. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2018. – № 2 – С. 47-51 (50 %).

4. Николаева, Д.В. Влияние некоторых геометрических параметров разрезного оребрения на теплоотдачу в условиях свободной конвекции / Лопатин А.А., Николаева Д.В. // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2019. – № 2. – С. 78-81 (55 %).

Работы, опубликованные в других изданиях:

1. Николаева, Д.В. Теплообмен при кипении импактных струй фреона на миниоребранных и микрошероховатых поверхностях в условиях стационарного нагрева / А.А. Лопатин, Г.И. Идрисова, Д.В. Николаева // Труды VIII школы-семинара молодых ученых и специалистов академика РАН В.Е. Алемасова. – Казань: Издательство Казанского государственного энергетического университета. – 2012. – С. 110-113 (30 %).

2. Николаева, Д.В. Исследование возможностей разрезного оребрения в системах охлаждения радиоэлектронного оборудования / Лопатин А.А., Николаева Д.В. // Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики «АНТЭ-2015»: Международная научно-техническая конференция, 19-21 октября 2015 года: Материалы конференции. Сборник докладов. Казань: Изд-во «Бриг». – 2015. – С. 586-592 (55 %).

3. Николаева, Д.В. Возможности и перспективы развития современных систем охлаждения / Лопатин А.А., Николаева Д.В. // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, 10-12 августа 2016 г.: Сборник докладов. Том 1. – Казань: Изд-во Академии наук РТ. – 2016. – С. 372 – 383 (40 %).

4. Николаева, Д.В. Интенсификация теплоотдачи при охлаждении радиоэлектронного оборудования ракетно-космических систем/ Лопатин А.А., Николаева Д.В. // Международная молодежная научная конференция «XIV Королевские чтения», посвященная 110-летию со дня рождения академика С.П. Королева, 75-летию КуАИ-СГАУ-СамГУ-Самарского университета и 60-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли: Сборник трудов (3-5 октября 2017 года). Самара: Изд-во Самарского университета. – 2017. – Т.1. – С. 40-42 (70 %).

5. Николаева, Д.В. Термические характеристики воздушно-конвективных систем с разрезной геометрией ребра / Лопатин А.А., Николаева Д.В. // Международная молодежная научная конференция «XIV Королевские чтения», посвященная 110-летию со дня рождения академика С.П. Королева, 75-летию КуАИ-СГАУ-СамГУ-Самарского университета и 60-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли: Сборник трудов (3-5 октября 2017 года). Самара: Издательство Самарского университета. – 2017. – Т.1. – С. 37-39 (70 %).

6. Николаева, Д.В. Интенсификация теплоотдачи в системах охлаждения радиоэлектронного оборудования / Николаева Д.В. // XXIII Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодежная научная конференция, 8-10 ноября 2018 года: Материалы конференции. Сборник докладов. Казань: Изд-во Академии наук РТ. – 2017. – Т. 1. – С. 910-915 (90 %).

7. Николаева, Д.В. Теплоотдача и способы интенсификации в системах авиационного и наземного базирования / Лопатин А.А., Николаева Д.В. // 16-я международная конференция «Авиация и космонавтика. – 2017». 20-24 ноября 2017 года. М.: Изд-во «Люксор». – 2017. – С. 114-115 (70 %).

8. Николаева Д.В. Интенсификация теплоотдачи в свободно-конвективных системах / Николаева Д.В., Лопатин А.А. // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (8-10 августа 2018 г.) (АКТО-2018). Казань: Том 1. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. – 2018. – Т.1 – С. 389-392 (70 %).

9. Николаева Д.В. Численное моделирование процессов теплоотдачи в системах с разрезным оребрением / Николаева Д.В., Лопатин А.А. // Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием (8-10 августа 2018 г.) (АКТО-2018). Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. – 2018. – Т.1 – С. 393-396 (70 %).

10. Николаева Д.В. Исследование влияния геометрических параметров ребра на теплоотдачу / Д.В. Николаева, А.А. Лопатин // XXV Всероссийский семинар с

международным участием по струйным, отрывным и нестационарным течениям: Тезисы докладов. (Санкт-Петербург, 11-14 сентября 2018 года). СПб.: Изд-во Балт. гос. техн. ун-т. – 2018. – С. 183-184 (70%).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**Ведущей организации** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет». Отзыв положительный. Замечания:

1. В первой главе, посвященной литературному обзору, можно было не рассматривать работы по двухфазному течению, так как далее работа посвящена исключительно исследованию однофазных течений.

2. При оформлении графиков функций в диссертации следовало придерживаться одного и того же оформления так, как в автореферате. Однако на некоторых графиках подрисовочная подпись находится под графиком, а на других – слева (рисунки стр. 99, 100).

3. Данные по варьированию диаметра кожуха являются одними из основополагающих и напрямую связанными с целью и задачами исследования. Они представлены в диссертации, однако про эти данные ничего не сказано в автореферате.

4. В диссертационном исследовании производится тепловой расчет моделей без кожуха и с кожухом в программе Ansys Fluent, но не представлена ни одна модель распределения температур модели с кожухом.

**Официального оппонента**, Николаева Андрея Николаевича, доктора технических наук, профессора. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань. Отзыв положительный. Замечания:

1. На рисунке 3.2 (стр.85) не указано, на каком рабочем участке получены данные и какому углу раскрытия ребер они соответствуют. Аналогично, на рис.3.3 не указано, при какой высоте поднятия кожуха получены данные. В тексте диссертации комментарии также отсутствуют.

2. В работе не решалась задача оптимизации в строгой математической постановке, поэтому некорректно использовать термин «оптимальный» для значений параметров рабочего участка в 4 главе. Возможно, следует использовать термины «рациональный» или «наилучший».

3. Неясно, откуда в критериальном уравнении (3.2) на стр. 97 появился симплекс подобия, учитывающий влияние глубины рассечения ребра, если исследований влияния этого параметра не проводилось.

4. В главе 4 (стр. 111) указано, что размер ячейки сетки для пограничного слоя выбран  $2 \cdot 10^{-3}$  м (т.е. 2 мм). Это весьма сомнительно, так как толщина пограничного слоя составляет 3 – 5 мм (см. рис. 3.9 – 3.18).

5. В главе 4 не указано, при каком значении тепловой мощности проводился поиск «оптимальных» значений параметров и влияет ли ее значение на этот «оптимум». При описании поиска «оптимума» числа ребер не указаны значения других параметров, т.е. диаметра кожуха и числа рассечений. То же для других параметров.

6. В тексте диссертации встречаются опечатки и неточности. Так, на стр. 82 ошибочно указано, что данные визуализации представлены на рис. 2.5, а на самом деле –

на рис. 3.7. На рис. 2.5 расчетных линий – 4, а в расшифровке – 5, кроме того, плохо видно, какая расшифровка к какому графику относится.

**Официального оппонента,** Усенкова Романа Анатольевича, кандидата технических наук, доцента. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный аграрный университет». Отзыв положительный. Замечания:

1. В выводе № 3 автореферата (стр. 22) приведен диапазон изменения числа подобия Био  $Bi = 5,3 \cdot 10^{-3} \dots 1,75 \cdot 10^{-4}$ , однако, ни из текста диссертационной работы, ни из автореферата не ясно, с помощью какого соотношения оно рассчитывалось.

2. В полученных автором эмпирических зависимостях, отражающих влияние чисел Релея  $Ra_b$  и геометрических симплексов на среднюю теплоотдачу  $\overline{Nu}$  на поверхности разрезных ребер в вертикальном стесненном канале в условиях свободно-конвективного течения теплоносителя, отсутствуют ссылки на то, какая температура при проведении экспериментов принята за определяющую.

3. В диссертационной работе приведено подробное описание методики проведения экспериментов, тщательно описаны процедуры измерения и определения всех параметров, но не приведены таблицы измеренных и полученных в экспериментах значений величин, необходимых для вычисления используемых автором критериев подобия Релея  $Ra_b$  и Нуссельта  $\overline{Nu}$ .

#### **Отзывы на автореферат диссертации:**

1) ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», профессор кафедры «Теплоэнергетика», доктор технических наук, Диденко Валерий Николаевич. Отзыв положительный. Замечания:

1. В автореферате работы нет четкого выделения предмета и объекта исследования.

2. В автореферате информации о планировании и погрешностях экспериментов, проведенных автором.

3. Вызывает сомнение корректность использования в тексте автореферата термина «верификация».

Так автор неоднократно использует словосочетания: «..верификацию результатов экспериментальных исследований...» (стр. 4 автореферата), «по верификации результатов экспериментально полученных данных..» (стр.7 автореферата), «процесс верификация результатов экспериментальных данных..» (стр. 16 автореферата), « Для верификации экспериментальных данных..» (стр. 18 автореферата).

В тоже время в работе есть словосочетания: «..верификации результатов математического моделирования..» (стр. 5 автореферата), «.. верификация выбранной модели..» (стр. 23 автореферата).

(Из Википедии : Верификация (от лат. *verum* «истинный» + *facere* «делать») в различных сферах деятельности человека может подразумевать:

- проверка, подтверждение, метод доказательств каких-либо теоретических положений, алгоритмов, программ и процедур путём их сопоставления с опытными (эталонными или эмпирическими) данными, алгоритмами и программами.
- методика распознавания на соответствие правде

- в науке, проверка теоретических положений на соответствие реальности при помощи эксперимента).

4. На рис. 4 результаты расчетов по формулам различных авторов неотличимы друг от друга, поскольку обозначены практически одинаковыми черно-белыми пунктирами (в то же время на других графиках в автореферате использовано обозначение цветом).

2) ООО «ЦЕНТР ЭПБ», генеральный директор, кандидат технических наук, Бусаров Андрей Владимирович. Отзыв положительный. Замечания:

Среди замечаний следует отметить то, что на рис. 13 и 14, страница 18 автореферата нет указания величины максимального отклонения экспериментально полученных величин и данных численного моделирования. Также предложенную принципиальную схему стенда грамотнее было бы разделить на конструкционную (чертеж установки) и отдельно вынести электрическую схему.

3) ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», президент, доктор технических наук, профессор Шелунов Александр Александрович. Отзыв положительный. Замечания:

1. Из автореферата неясно, делались ли автором попытка провести хоть какую то аппроксимацию полученных экспериментальных данных? Поскольку речь идет о сравнении экспериментальных данных с расчетными, то не показаны механизмы определения их отклонения. Если это среднее отклонение по всей длине эксп. данных (например, рис. 10), то что же происходит на «краях» кривой? И как это объяснить с физической точки зрения?

2. Неясно насколько (количественно, статистически, математически) падение температуры в точках ребра при трех рассечениях происходит «более градиентно» (с. 15 рис.10)? Как это обеспечивает «лучшую работу каждого ребра»? Что понимать под несколько непривычной терминологией автора: «лучшей работой..», « более градиентно» и т.д.?

3. Имеются неудачные основные формулировки. В частности, в положениях, выносимых на защиту не раскрыто, а что же позволил привнести нового эти полученные результаты? Например, пункт 4 (стр. 5) «Результаты верификации результатов...». Ведь любое научное исследование рано или поздно требует верификации. В чем же тогда новизна, специфика, особенности именно авторских «результатов верификации результатов...»?

4) Белорусский национальный технический университет, проректор по учебной работе, профессор кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» доктор технических наук, доцент Баханович Александр Геннадьевич. Отзыв положительный. Замечания:

Следует отметить подробное представление в автореферате материала по исследованию влияния геометрии ребра и условий стесненности на интенсивность теплоотдачи. Однако, при представлении данных по проведению тестовых экспериментов, приведенный график на стр. 10, рисунок 4, не читается. График представлен в черно-белом формате и все пунктирные линии сливаются. Неясно где и по какой формуле произведен расчет. Также в работе стоило отметить, в деятельности каких предприятий и сторонних учебных заведений могут быть применимы разработки представленной системы охлаждения, основанной на разрезном оребрении, и кто может стать потенциальным заказчиком такой установки в промышленных масштабах.

5) ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», проректор по науке и инновациям, доктор технических наук, профессор Кожина Татьяна Дмитриевна. Отзыв положительный. Замечания:

1. На с. 6 автореферата представлен литературный обзор по теме выполненных исследований, в котором не упомянуты ни российские, и зарубежные ученые, занимающиеся аналогичными исследованиями.

2. Графики, представленные на рисунке 4 (с. 10) не дают ясного понимания правильности подходов к исследованию интенсификации теплоотдачи, т. к. исходные данные сравниваемых результатов у автора и других исследователей, скорее всего, не одинаковые (они не представлены в автореферате). Аналогичные замечания по рис. 5, рис. 6 нет исходных данных, параметров теплоотдачи и т. д.

3. Выводы по работе представляют собой констатацию фактов и не содержат ни анализа, ни обоснования того или иного результата.

6) ФГБОУ ВО «Ивановский Государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», профессор кафедры «Теоретические основы теплотехники», доктор технических наук Бухмиров Вячеслав Викторович. Отзыв положительный. Замечания:

1. Расчет теплового потока излучением в автореферате не приведен, а оценка его доли в суммарном тепловом потоке в 7 - 10% требует пояснения и обоснования, так как рассматриваемая система РТО имеет сложную геометрическую структуру с переменной температурой ребер, расчет которой не тривиален.

2. В основном автореферат оформлен хорошо, однако есть и замечания по оформлению текста автореферата:

- отсутствуют обозначения величин, входящих в формулу (6) модифицированного критерия Грасгофа, что затрудняет анализ его записи;

- рисунки 4,8 и 9 неразборчивы;

- уравнение переноса энергии в текучей среде (13) ошибочно названо уравнением теплопроводности.

7) ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», проректор по учебно-методической работе, к.т.н., доцент Коршунов Сергей Валерьевич. Отзыв положительный. Замечания:

1. Неясно, были ли произведены расчеты в программе численного моделирования с учетом потерь на излучение.

2. На рисунке 5 и 6, стр. 11, не указано, при каком характерном размере производился расчет числа Нуссельта: по среднему расстоянию между ребрами или по высоте ребра.

3. Неясно, зачем стоило упоминать в выводах число  $Bi$  (Био) тем более, что его величина не учитывается ни в экспериментах, ни в численных исследованиях.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них научных трудов и работ, которые соответствуют профилю диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** метод проведения комплексного экспериментально-расчетного исследования интенсификации теплоотдачи в системе с осевым разрезным оребрением в условиях свободной конвекции с целью определения механизма и необходимых условий интенсификации теплоотдачи;



**предложены** научно обоснованные рекомендации по повышению эффективности свободно-конвективной системы охлаждения радиоэлектронного оборудования за счет использования рациональной формы оребрения;

**доказана** актуальность и перспективность исследования вопросов, связанных с поиском наиболее рациональных способов отвода тепла, для стабильного и безотказного функционирования приборов во всем диапазоне рабочих режимов.

**введены** конструкционная схема экспериментального стенда с осевым разрезным оребрением, получена обобщающая критериальная зависимость в исследуемых условиях и разработана модель экспериментальной установки в программном комплексе численного моделирования Ansys Fluent.

#### **Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** возможность применения разрезного осевого оребрения в мобильных системах охлаждения с эффективным отводом тепла от компактных поверхностей в условиях естественной конвекции;

**применительно к проблематике диссертации** результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс экспериментально-расчетных и численных методов исследования;

**изложены** результаты экспериментальных исследований интенсификации теплоотдачи в системах охлаждения с осевым разрезным оребрением в условиях естественной конвекции и факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи;

**раскрыт** вопрос увеличения интенсификации теплоотдачи без изменения массо-габаритных характеристик системы в целом;

**изучены** механизм и необходимые условия интенсификации теплоотдачи в вертикальных каналах переменного сечения в условиях ламинарного течения теплоносителя в системах охлаждения радиоэлектронного оборудования;

**проведена модернизация** экспериментально разработанного рабочего участка с разрезными ребрами за счет использования рациональной формы оребрения в программе численного моделирования. Снижена металлоемкость и термическое сопротивление системы.

Результаты диссертационной работы используются в учебной и научной работе.

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

**разработана** методика по расширению диапазона экспериментальных исследований за счет применения численного моделирования;

**определены** перспективы использования на практике системы охлаждения на основе разрезного оребрения;

**создана** модель эффективного устройства по отводу тепла в условиях естественной конвекции в программе численного моделирования

**представлены** рекомендации по повышению эффективности свободно-конвективной системы охлаждения радиоэлектронного оборудования.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ:** результаты получены с использованием контрольно-измерительных приборов, прошедших метрологическую поверку, в работе производился расчет неопределенности результатов измерений;

**теория** построена на известных, проверяемых данных и фактах в рассматриваемой области интенсификации теплоотдачи;

**идея базируется** на анализе современного состояния вопроса отвода тепла от теплонагруженных элементов;

**использовано** сравнение результатов с данными, полученными другими авторами в аналогичных условиях по рассматриваемой тематике;

**установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике на гладком оребрении;

**проведена** верификация экспериментально исследуемого процесса с данными, полученными численным моделированием.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

участии соискателя на всех этапах исследования, непосредственном участии соискателя в постановке экспериментов, в апробации результатов исследования, разработке элементов экспериментального стенда, получении, обработке и интерпретации экспериментальных данных.

На заседании 25.12. 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Зариповой Дарье Вадимовне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного  
совета Д 212.079.02, д.т.н., профессор

Ю.Ф. Гортышов

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 212.079.02, д.т.н.

В.А. Алтунин



Дата оформления заключения « 25 » декабря 2019 г.

Выписка  
из протокола № 23 заседания  
диссертационного совета Д 212.079.02 от 25.12.2019 г.

Присутствовали:

Председатель - д.т.н., проф. Гортышов Юрий Федорович (специальность 01.04.14);

Заместитель председателя - д.т.н., проф. Крюков Виктор Георгиевич (специальность 05.07.05);

Ученый секретарь - д.т.н., Алтунин Виталий Алексеевич (специальность 05.07.05).

Члены совета:

Абдуллин Айрат Лесталевич д.т.н., проф. (специальность 05.07.05);

Габитов Фаризан Ракибович д.т.н., проф. (специальность 01.04.14);

Гайсин Фивзат Миннебаевич д.ф.-м.н., проф. (специальность 01.02.05);

Галеев Ильгиз Гатуфович д.ф.-м.н., проф. (специальность 01.02.05);

Давлетшин Ирек Абдуллович д.т.н., проф. (специальность 01.02.05);

Зарипов Зуфар Ибрагимович д.т.н., проф. (специальность 01.04.14);

Игнатъев Виктор Николаевич д.ф.-м.н., проф. (специальность 01.02.05);

Кочергин Анатолий Васильевич д.т.н., проф. (специальность 05.07.05);

Кусюмов Александр Николаевич д.ф.-м.н., проф. (специальность 01.02.05);

Михеев Николай Иванович д.т.н., проф. (специальность 01.02.05);

Молочников Валерий Михайлович д.т.н. (специальность 01.02.05);

Попов Игорь Александрович д.т.н., проф. (специальность 01.04.14);

Саттаров Альберт Габдулбарович д.т.н. проф. (специальность 05.07.05);

Тарасевич Станислав Эдуардович д.т.н., проф. (специальность 01.04.14);

Тимеркаев Борис Ахунович д.ф.-м.н., проф. (специальность 01.02.05);

Хабибуллин Мидхат Губайдуллович д.т.н. проф. (специальность 05.07.05);

Щукин Андрей Викторович д.т.н., проф. (специальность 01.04.14).

**Повестка дня:** Защита диссертации Зариповой Дарьей Вадимовной на тему «Интенсификация теплоотдачи в воздушных системах охлаждения радиоэлектронного оборудования в условиях свободной конвекции» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

**Слушали:** защиту кандидатской диссертации Зариповой Дарьей Вадимовной

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент Лопатин Алексей Александрович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, заведующий кафедрой «Реактивных двигателей и энергетических установок».

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань.

**Официальные оппоненты:**

1. Николаев Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (ФГБОУ ВО «КНИТУ»), заведующий кафедрой «Оборудование пищевых производств»;

2. Усенков Роман Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Института механизации и технического сервиса Федерального Государственного Бюджетного Образовательного Учреждения Высшего Образования «Казанский государственный аграрный университет».

**Отзывы на автореферат диссертации поступили от:**

ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», подписанный профессором кафедры «Теплоэнергетика», доктором технических наук, Диденко В.Н.

ООО «ЦЕНТР ЭПБ», подписанный генеральным директором, кандидатом технических наук, Бусаровым А.В.

ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», подписанный президент университета, доктором технических наук, профессором Шелуновым А.А.

«Белорусский национальный технический университет», подписанный проректором по учебной работе, профессором кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей» доктором технических наук, доцентом Бахановичем А.Г.

ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», подписанный проректором по науке и инновациям, доктором технических наук, профессором Кожиной Т.Д.

ФГБОУ ВО «Ивановский Государственной энергетический университет имени В.И. Ленина», подписанный профессором кафедры

«Теоретические основы теплотехники», доктором технических наук Бухмировым В.В.

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», подписанный проректором по учебно-методической работе, к.т.н., доцентом Коршуновым С.В.

Все отзывы положительные.

**Вопросы задавали:** д.т.н., проф. Габитов Ф.Р., д.т.н., проф. Саттаров А.Г., д.ф.-м.н. Тимеркаев Б.А., д.т.н. Молочников В.М., д.ф.-м.н., проф. Игнатъев В.Н., д.т.н., проф. Давлетшин И.А., д.т.н. Алтунин В.А., д.ф.-м.н. Галеев И.Г.

На все вопросы были даны исчерпывающие ответы.

Выступили: д.ф.-м.н., проф. Гайсин Ф.М., д.т.н., проф. Попов И.А., д.т.н., проф. Саттаров А.Г., д.ф.-м.н., проф. Игнатъев В.Н.

Постановили:

1. Диссертационная работа Зариповой Д.В. на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника» (п.5 паспорта специальности) и отвечает требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, с изменениями, принятыми Постановления Правительства Российской Федерации № 335 от 21 апреля 2016 года.

На заседании 25.12.2019 года диссертационный совет принял решение присудить Зариповой Дарье Вадимовне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 доктора наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника», участвовавших в заседании, из них 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 20, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

2. Принять заключение диссертационного совета Д 212.079.02 в соответствии с пунктом 32 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Результаты открытого голосования: «За» - 20, «против» - нет.

Председатель диссертационного  
совета Д 212.079.02, д.т.н., профессор

Ю.Ф. Гортышов

Ученый секретарь диссертационного  
совета Д 212.079.02, д.т.н.

В.А. Алтунин

