

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.404.12,  
созданного на базе федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет»,  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от **13.03.2024** г. №6

О присуждении Соколову Никите Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Улучшение характеристик системы тепловых труб для охлаждения радиоэлектронного оборудования» по специальности 2.4.6.– Теоретическая и прикладная теплотехника принята к защите 10.01.2024 г. (протокол №6.2) диссертационным советом 24.2.404.12, созданным на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 660041, пр. Свободный, 79, г. Красноярск. Приказ о создании диссертационного совета № 1554/нк от 21.11.2022 г.

Соискатель Соколов Никита Юрьевич, 21 мая 1989 года рождения, в 2013 году окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», в 2017 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», работает начальником группы разработки перспективных конструкций, моделирования и испытаний бортовой радиоэлектронной аппаратуры АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва», Госкорпорация «Роскосмос».

Диссертация выполнена на кафедре теплотехники и гидрогазодинамики ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Кулагин Владимир Алексеевич, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», кафедра теплотехники и гидрогазодинамики, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты: *Кишкин Александр Анатольевич*, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет

науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», кафедра холодильной, криогенной техники и кондиционирования, заведующий кафедрой; *Дектерев Александр Анатольевич*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Красноярский филиал ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, руководитель филиала – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий», г. Новосибирск, в своем положительном заключении, подписанном Москвичевым Владимиром Викторовичем, доктором технических наук, профессором, научным руководителем Красноярского филиала ФИЦ ИВТ и Буровым Андреем Ефимовичем, кандидатом технических наук, директором Красноярского филиала ФИЦ ИВТ, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (со всеми дополнениями и изменениями).

Соискатель имеет 17 опубликованных, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 9 работ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. В каждой работе, опубликованной в соавторстве, личный вклад автора составляет от 50 до 85 %. Наиболее значительные работы: **1.** Соколов Н.Ю., Кулагин В.А. Численное и физическое моделирование работы системы тепловых труб для отвода тепла от радиоэлектронного оборудования различного назначения. *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2022. № 4(28), 50–69; DOI: 10.38028/ESI.2022.28.4.004; **2.** Соколов Н.Ю., Кулагин В.А. Нестеров Д.А. Система тепловых труб в составе радиоэлектронного оборудования космического аппарата. *Журн. Сиб. федер. ун-та. Техника и технологии*, 2021, 14(4). 363–377. DOI: 10.17516/1999-494X-0317 (K1, WoS RSCI, IF 0,508); **3.** Соколов Н.Ю., Кулагин В.А., Нестеров Д.А. Математическое моделирование и оптимизация систем тепловых труб, *Журн. Сиб. федер. ун-та. Техника и технологии*, 2021, 14(7). 860–879. DOI: 10.17516/1999-494X-0352 (K1, WoS: RSCI, IF 0,508); **4.** Кулагин В.А., Соколов Н.Ю. Улучшение

теплофизических характеристик тепловых труб. *Журн. Сиб. федер. ун-та. Техника и технологии*, 2017, 10(3), 372–376. DOI: 10.17516/1999-494X-2017-10-3-372-376. (WoS RSCI, IF 0,537); 5. Vladimir Kulagin and Nikita Sokolov Improvement of Heat Pipe Systems for Cooling Electronic Equipment. *AIP Conference Proceedings* 2528, 020022. (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0107183>; (SCOPUS Q4. IF 0.402).

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов: 1. Богатова Т.Ф., канд. техн. наук, доцент, УрФУ (г. Екатеринбург), *с двумя замечаниями*; 2. Ковальнов В.Н., д-р техн. наук, профессор, УлГТУ (г. Ульяновск), *с тремя замечаниями*; 3. Чичирова Н.Д., д-р хим. наук, профессор, КГЭУ (г. Казань) и Евгеньев И.В., канд. техн. наук, доцент, КГЭУ (г. Казань), *с четырьмя замечанием*; 4. Кудинов А.А. д-р техн. наук, профессор, СамГТУ (г. Самара), *с одним замечанием*; 5. Друкаренко С.П., канд. техн. наук, РосСНИО, (Москва), *без замечаний*.

Все отзывы положительные, подчеркивают актуальность, теоретическую и практическую значимость диссертации, новизну полученных результатов. Критические или принципиальные замечания отсутствуют.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается сферой их научных интересов, а также широко известными результатами деятельности в области теплоэнергетики, что подтверждается их научными и учебно-методическими публикациями.

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

*Разработана* математическая модель тепломассообмена и теплопередачи, позволяющая улучшить массогабаритные характеристики системы тепловых труб во всем диапазоне рабочих температур, отличающаяся от существующих тем, что критериями оптимизации являются уменьшение массы системы тепловых труб и температурного запаса электрорадиоизделий относительно максимально допустимой рабочей температуры, позволяющими преобразовать одиночную тепловую трубу в систему тепловых труб с увеличением отводимой мощности;

*Предложены* алгоритм и программа расчета системы тепловых труб на основе тактико-технических характеристик модели натурального образца, отличающиеся воз-

возможностью на ранних этапах проектирования радиоэлектронной аппаратуры рассчитывать общие интегральные параметры системы, проводить моделирование реакций системы на определяющие конструктивные и режимные параметры с целью оптимизации массогабаритных характеристик и сокращения сроков проектирования;

*доказана* возможность уменьшения массогабаритных характеристик системы охлаждения радиоэлектронной аппаратуры, основанная на применении новой математической модели системы тепловых труб;

*установлены* предельные значения отводимой тепловой мощности к массе системы тепловых труб с разными видами теплоносителей в условиях гравитационного поля;

*введено* новое понятие «Система тепловых труб», характеризующее процесс преобразования одиночной тепловой трубы в систему тепловых труб с увеличением теплопередающей способности системы охлаждения.

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

*доказана* целесообразность применения составных тепловых труб и, соответственно, расчета теплопередачи в системе тепловых труб, позволяющего на ранних этапах проектирования максимально достоверно определять основные параметры системы охлаждения;

*изложены* положения, которые являются теоретической основой для проведения новых инженерно-исследовательских работ, компьютерного моделирования, проектирования, оптимизации и автоматизации оборудования в теоретической и прикладной теплотехнике;

*раскрыты* и обоснованы возможности интенсификации процессов теплообмена в тепловых трубах.

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

*разработано* программное обеспечение, позволяющее провести анализ и максимально достоверно сформировать на ранних этапах проектирования облик системы тепловых труб по массогабаритным и энергетическим характеристикам. Разработанная методика может быть использована при проектировании новых несущих конструкций модулей, например, бортовой радиоэлектронной

аппаратуры космического аппарата. Методы и подходы являются новыми в прикладной сфере и могут быть применены в других областях техники и технологии.

*определены* оптимальные параметры системы тепловых труб (количество тепловых труб, перегрев зоны соединения), обеспечивающие достижение наиболее эффективных теплофизические и массогабаритные характеристики системы охлаждения;

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*для экспериментальных исследований*—результаты получены на сертифицированном оборудовании с использованием калиброванных средств измерений, имеющих государственную поверку, показана воспроизводимость результатов лабораторных исследований на стендовой установке;

*теория* построена на известных, проверяемых данных, полученные и опубликованные автором данные не противоречат результатам исследований других авторов;

*использованы* сравнение авторских данных и данных, полученных ранее другими исследователями;

*установлено* качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

*использованы* современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад автора** состоит в: определении цели и задач исследования, разработке математической модели улучшения массогабаритных характеристик системы тепловых труб на базе математических моделей цилиндрических ТТ и гипертеплопроводящих секций, создании экспериментальных стендов и проведении экспериментальных работ, создании программно-алгоритмического обеспечения для проектирования бортовой радиоэлектронной аппаратуры, формулировании положений, вынесенных на защиту. Постановка задач и анализ результатов обсуждались совместно с научным руководителем.

