



**Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт
точных приборов»
(АО «НИИ ТП»)**

Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490
Почтовый адрес: Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490
тел.: + 7 499 181-20-12, факс: + 7 499 204-79-66
e-mail: info@niitp.ru
http://www.niitp.ru
ОКПО 11482462 ОГРН 1097746735481
ИНН 7715784155 КПП 771501001

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального
директора по науке,
доктор технических наук,
доктор военных наук,
профессор

Кострюков
Василий Федорович



11 2023 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Александра Евгеньевича Белявского
«Методологические основы проектирования системы обеспечения
теплового режима лунной базы», представленной на соискание ученой
степени доктора технических наук по специальности 2.5.14. «Прочность и
тепловые режимы летательных аппаратов»

К настоящему времени, специалистами ведущих предприятий отрасли, разработаны структурные схемы систем обеспечения тепловых режимов (СОТР) для долговременных обитаемых орбитальных станций и космических аппаратов, накоплен опыт моделирования, проектирования, конструирования и эксплуатации агрегатов и СОТР в целом. Планируемое развертывание обитаемой базы на поверхности Луны выводит на первый план задачу, связанную с исследованием, разработкой и проектированием СОТР лунной базы. При проектировании СОТР лунной базы возникают новые требования, связанные с спецификой лунной среды, не позволяющие применять

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«27» 11 2023

отработанные структурные схемы и агрегатную базу без модернизации, разработки новой элементной базы и новых конструкторских решений.

Целью работы является разработка методологических основ проектирования СОТР лунной базы.

Методологические основы решения комплексной научно-технической проектирования системы обеспечения теплового режима лунной базы; новая структурная схема СОТР модуля лунной базы, включающая в состав наружного контура тепловой аккумулятор с рабочим веществом на основе реголита и в состав внутреннего контура теплового аккумулятора с плавящимся рабочим веществом; новые элементы и агрегаты для СОТР лунной базы: РТО гибридной структуры, излучающая панель гибридной структуры пассивной СОТР радиоэлектронной аппаратуры модуля лунной базы, тепловой аккумулятор трубчатого типа наружного контура на основе реголита с водой, претерпевающей фазовый переход; результаты экспериментальных исследований теплофизических свойств гибридных структур и разработка на их основе математических моделей гибридного РТО и гибридной излучающей панели; математическая модель ТА трубчатого типа наружного контура СОТР на основе реголита с водой; математическая модель новой структуры СОТР лунной базы с использованием теплоаккумулирующих устройств, результаты численного моделирования динамических режимов и оценки проектных параметров СОТР лунной базы с теплоаккумулирующими устройствами; результаты технико-экономического анализа и обоснования целесообразности использования местных лунных ресурсов при разработке схем и новой элементной базы СОТР лунного модуля; математические модели и алгоритмы, основанные на применении теории неопределенности; новые расчетные результаты по режимам функционирования СОТР лунной базы в условиях эпистемической неопределенности параметров составляют **научную новизну** работы. К **новым научным результатам** относятся новая структурная схема СОТР модуля лунной базы, РТО гибридной структуры, с

излучающей двухслойной панелью, излучающая панель гибридной структуры пассивной СОТР радиоэлектронной аппаратуры модуля лунной базы, тепловой аккумулятор трубчатого типа наружного контура на основе реголита с водой, претерпевающей фазовый переход, результаты экспериментальных исследований теплофизических свойств гибридных структур и разработка на их основе математических моделей гибридного РТО и гибридной излучающей панели, математическая модель ТА трубчатого типа наружного контура СОТР на основе реголита с водой, результаты технико-экономического анализа и обоснования целесообразности использования местных лунных ресурсов при разработке схем и новой элементной базы СОТР лунного модуля, новые расчетные результаты по режимам функционирования СОТР лунной базы в условиях эпистемической неопределенности параметров.

Разработка новой структурной схемы СОТР лунной базы, методики выбора проектных параметров РТО гибридной структуры, излучающей панели гибридной структуры пассивной СОТР радиоэлектронной аппаратуры модуля лунной базы, теплового аккумулятора наружного контура СОТР с рабочим веществом на основе реголита, теплового аккумулятора внутреннего контура СОТР с плавящимся рабочим веществом, реализованные в методологическом, математическом и программном обеспечении проектирования, в практических рекомендациях по исследованию и проектированию СОТР лунной базы, составляют **практическую значимость** научных результатов диссертационной работы.

Экспериментальные исследования теплофизических свойств гибридных структур и проверки адекватности математической модели теплового аккумулятора с плавящимся рабочим веществом с использованием принципа суперпозиции для учета скрытой теплоты плавления свидетельствуют о **достоверности результатов** проведенного исследования.

Основные результаты диссертационной работы доложены на международных и отечественных научных чтениях, конференциях и

семинарах. Содержание диссертации изложено в тридцати двух публикациях: из них в журналах перечня ВАК десять, в том числе без соавторства три; в журналах перечня SCOPUS одиннадцать, в том числе без соавторства семь; в сборниках тезисов докладов научных конференций девять; в авторских свидетельствах на изобретения двух.

Заключение. Автореферат диссертации дает основание утверждать: в рамках выполненных исследований решена актуальная научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие ракетно-космической техники. Диссертация Белявского Александра Евгеньевича представляет собой законченное исследование, выполнена на высоком уровне, содержит новые научные результаты, имеющие существенное теоретическое и практическое значение в развитии космонавтики. Работа соответствует критериям, которым должна соответствовать диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.14. «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов».

Отзыв подготовила:

Старший научный сотрудник
лаборатории тепловых режимов,
кандидат технических наук

Титова Алина Сергеевна



«08» ноября 2023 г.