

Заключение

диссертационного совета 24.2.331.06, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 07 июня 2023 г. № 5

О присуждении Атрощенко Ирине Григорьевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Термостойкий многослойный радиопрозрачный композиционный материал для элементов летательных аппаратов» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 05.04.2023 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.331.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г., полномочия которого установлены приказом Минобрнауки России № 561/нк от 03 июня 2021 г. на срок действия номенклатуры научных специальностей.

Соискатель Атрощенко Ирина Григорьевна, 01 января 1982 года рождения, в 2004 году окончила с отличием Обнинский государственный технический университет атомной энергетики, присуждена квалификация – инженер по специальности «Приборы и методы контроля качества и диагностики». В 2020 году соискатель освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, в настоящее время работает заместителем начальника научно-исследовательской лаборатории 14 в акционерном обществе «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина» Государственной корпорации «Ростех».

Диссертация выполнена в Отделении лазерных и плазменных технологий Обнинского института атомной энергетики – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент Степанов Петр Александрович, Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», доцент Отделения лазерных и плазменных технологий.

Официальные оппоненты:

Дуб Алексей Владимирович, доктор технических наук, профессор, акционерное общество «Наука и инновации» Государственной корпорации «Росатом», первый заместитель генерального директора,

Сивак Александр Борисович, кандидат физико-математических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Отделение токамаков Курчатова комплекса термоядерной энергетики и плазменных технологий, начальник расчетно-теоретической лаборатории Отдела термоядерных реакторов

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Бундиным Г.Г., доктором технических наук, ст.н.с., старшим научным сотрудником центра 092, Карповой И.Р., кандидатом технических наук, доцентом, начальником центра 092, Добросельским М.А., кандидатом технических наук, доцентом, начальником центра 091, и утвержденном Балашовым В.М., доктором технических наук, профессором, заместителем генерального конструктора по программно-целевому развитию, указала, что диссертационная работа Атрощенко И.Г., выполненная на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена задача разработки многослойного радиопрозрачного композиционного материала (КМ) на основе алюмохромфосфатного связующего (АХФС) и технологии его изготовления с регулируемым анизотропным термическим расширением и стабильными физико-механическими характеристиками в широком температурном диапазоне, а также разработки на основе композиционного материала теплозащитного экрана (ТЗЭ) головного элемен-

та летательного аппарата (ЛА), имеющая существенное значение для физики конденсированного состояния. По объектам, целям, методам и результатам проведенных исследований, а также по содержанию диссертация полностью соответствует паспорту специальности. Ведущая организация рекомендует использовать результаты диссертационной работы при разработке и изготовлении теплонагруженных конструкций и изделий радиотехнического назначения из композиционных материалов в АО «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина», а также в учебном процессе в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science опубликованы 3 работы. Получены два патента РФ на изобретения. Материалы, составляющие основу диссертации, докладывались на международных и российских конференциях. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 4,65 п.л., из которых 2,13 п.л. принадлежат лично соискателю. Требования п.п. 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемые к публикации основных научных результатов диссертации, выполняются. Требования, установленные п. 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, соблюдаются. Сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации и их краткая характеристика:

1. Разработка высокотемпературных композиционных материалов теплозащитного и радиотехнического назначения / И.Г. Атрощенко [и др.] // Перспективные материалы. 2014. №10. С. 17-21 (0,58 п.л. / 0,18 п.л.) (соискатель приняла участие в разработке нового неорганического КМ, в работе приведены данные по физико-механическим, диэлектрическим и теплофизическим характеристикам разработанного композиционного материала).

2. Композиционные материалы для радиопрозрачных обтекателей летательных аппаратов / И.Г. Атрощенко [и др.] // Новые огнеупоры. 2014. №10. С. 19-23 (Composite Materials for Aircraft Radioparent Domes/ I.G. Atroshchenko [et al.] // Refractories and Industrial Ceramics. 2015. V.55. №5. P. 391-395) (0,58 п.л. / 0,29 п.л.) (соискатель приняла участие в разработке метода повы-

шения механических характеристик неорганического КМ за счет дополнительной пропитки материала кремнийорганическим продуктом. Приведены результаты изменения физико-технических свойств материалов в зависимости от температуры испытаний).

3. Способ получения многослойного термостойкого радиотехнического материала: патент на изобретение № 2785836 РФ / И.Г. Атрощенко [и др.]. Заявл. 08.04.2022; опубл. 14.12.2022. Бюл. № 35 (0,23 п.л. / 0,14 п.л.) (соискатель принимала участие в разработке способа получения многослойного термостойкого радиотехнического КМ на основе АХФС и комбинации кварцевого и кремнеземного текстурированного наполнителя).

4. Способ получения термостойкого радиотехнического материала: патент на изобретение №2788505 РФ / И.Г. Атрощенко [и др.] Заявл. 18.07.2022; опубл. 20.01.2023. Бюл. №2 (0,24 п.л. / 0,14 п.л.) (соискатель принимала участие в разработке способа получения многослойного термостойкого радиотехнического КМ на основе АХФС и комбинации кварцевого и кремнеземного текстурированного наполнителя с проведением дополнительной пропитки материала кремнийорганическим продуктом).

5. Расчетно-экспериментальное исследование температурного коэффициента линейного расширения элементов конструкции летательных аппаратов из высокотемпературного композиционного материала / И.Г. Атрощенко [и др.] // Деформирование и разрушение композиционных материалов и конструкций: Труды Третьей международной конференции. Москва, 2018. С.165-166 (0,25 п.л. / 0,08 п.л.) (соискателем представлены результаты по разработке конструкции и технологии ТЗЭ из термостойкого КМ. Приведены результаты определения теплового расширения КМ на основе неорганического АХФС и различных наполнителей. На основе полученных результатов разработан многослойный материал для применения в конструкции стенки ТЗЭ).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **Страхова Валерия Леонидовича**, доктора технических наук, профессора, помощника генерального директора по науке АО «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения» (г. Хотьково Московской области); **Думанского Александра Митрофановича**, доктора физико-математических наук, доцента, главного научного сотрудника лаборатории механики композиционных материалов ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (г. Москва); **Плаксина Олега Анатольевича**, доктора физико-математических наук, доцента, главного специалиста по науке по направлению активных зон Отделения инновационных реакторных ма-

териалов и технологий АО «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (г. Обнинск); **Харчука Михаила Дмитриевича**, кандидата технических наук, доцента, генерального директора ООО «Научно-производственный центр «ЛИНВАР» (г. Екатеринбург); **Резника Сергея Васильевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Ракетно-космические композитные конструкции» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (г. Москва); **Койтова Станислава Анатольевича**, доктора технических наук, главного химика-заместителя начальника отдела неметаллических материалов АО «Опытное конструкторское бюро «НОВАТОР» (г. Екатеринбург); **Нестерова Михаила Юрьевича**, доктора технических наук, начальника НТО-130 АО «Уральское проектно-конструкторское бюро «Деталь» (г. Каменск-Уральский Свердловской области); **Кузьменко Александра Павловича**, доктора физико-математических наук, профессора, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», главного научного сотрудника Регионального центра нанотехнологий (г. Курск).

Все отзывы положительные, но имеется ряд замечаний.

Из автореферата не ясно: по какой методике и по каким критериям проводилась оптимизация трехслойной структуры теплозащитного экрана головного элемента перспективного ЛА; как определялась оптимальная схема чередования и толщина слоев, соотношение количества различных армирующих материалов в многослойном композиционном материале. Проводились ли в ходе оптимального проектирования расчеты нестационарного прогрева и несущей способности теплозащитного экрана в условиях основной работы ЛА? (Страхов В.Л.). Было бы интересно проверить наличие термического расширения перпендикулярно армирующим слоям для ряда известных композиционных материалов, в частности полимерных. В автореферате не указаны условия проведения испытаний теплозащитного экрана по оценке теплового расширения (максимальная температура нагрева) (Думанский А.М.). В автореферате для сравнения микроструктуры поверхности и сколов образцов алюмохромфосфатного связующего приведены изображения, полученные при разном увеличении (Харчук М.Д.). В автореферате нет данных о структуре экспериментальных образцов КМ ХАФСкв (толщина, количество слоев и углы их укладки). Не ясно, почему в диссертации основной упор сделан на определении температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) только в направлении перпендикуляром плоскости армирования КМ? В неоднородном

температурном поле, которое будет формироваться в конструкции при эксплуатации, без полных данных о ТКЛР анизотропного КМ определить ее рациональный облик затруднительно (Резник С.В.). В автореферате недостаточно подробно освещен вопрос подтверждения требуемых характеристик радиопрозрачности экспериментального теплозащитного экрана, особенно при изменениях, вызванных высокоскоростным прогревом. Между тем, эти показатели являются ключевыми как для сохранения калибровочных настроек антенного оборудования радиолокационной системы в рабочих условиях, так и надежности изделия в целом (Нестеров М.Ю.). Указанная в тексте на странице 8 «Неравномерность распределения соединений, содержащих основные элементы связующего по объему образца» на рисунке 2 не показана. Рентгеноспектральный анализ, совмещенный со сканирующей электронной микроскопией, показывает при картировании распределение химических элементов на поверхности образца, в то время как в подписи к рисунку 6 указано, что «Микроструктура и картограмма распределения элементов Al и P в соединениях по объему образцов». На странице 14 указанное обозначение исследуемого материала «ВР-300» не имеет расшифровки. Последний абзац на странице 15 об измерениях радиотехнических характеристик не согласован и требует уточнений. Также в нем не приведены ни исследуемые радиотехнические характеристики, ни методики их определения, ни числовые результаты измерений в сравнении с имеющимися аналогами теплозащитных экранов и без них (Кузьменко А.П.)

В то же время все специалисты, представившие свои отзывы, считают, что указанные замечания не снижают общей значимости диссертационной работы Атрощенко И.Г. В отзывах сделан вывод о том, что диссертация Атрощенко Ирины Григорьевны отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Выбор официальных оппонентов обосновывается профилем их научно-профессиональной деятельности, компетенциями как ведущих специалистов в области физики конденсированного состояния, наличием значительного числа публикаций в данной сфере научных исследований, способностью провести полноценную экспертизу диссертации.

Дуб Алексей Владимирович, лауреат Государственной премии РФ в области науки и технологий, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, является специалистом в области термодинамики и кинетики вы-

сокотемпературных процессов, автором более 300 научных работ, в т.ч. 5 монографий. Наиболее значимые научные работы, опубликованные им за последние 5 лет, в том числе в данной сфере научных исследований:

1. Дуб А.В., Рудской А.И. Новые материалы для ядерной энергетики // Вестник Российской академии наук. 2021. Т. 91. №5. С 479-483.

2. High-Temperature Passivation of the Surface of Candidate Materials for MSR by Adding Oxygen Ions to FLiNaK Salt / E.A. Karfidov, Y.P. Zaikov, E.V. Nikitina, K.E. Seliverstov, A.V. Dub // Materials. 2022. №15(15). 5174.

3. Исследование влияния минераловатных теплоизоляционных материалов на коррозионную стойкость горячеоцинкованной стали / О.В. Волкова, А.В. Дуб, А.Г. Ракоч, И.А. Сафонов // Цветные металлы. 2018. №3. С. 65-69.

Сивак Александр Борисович – специалист в области радиационной физики твердого тела, радиационного материаловедения, многоуровневого моделирования радиационных дефектов и явлений в материалах ядерных и термоядерных реакторов. Имеет публикации, соответствующие научной теме диссертации. Наиболее значимые научные работы, опубликованные им за последние 5 лет, в том числе в данной сфере научных исследований:

1. Сивак А.Б., Сивак П.А. Диффузия и термическая диссоциация комплексов вакансия-водород в ОЦК - железе // ВАНТ. Серия: Термоядерный синтез. 2019. Т.42 (3). С.74-84.

2. Sivak A.B., Demidov D.N., Sivak P.A. Diffusion characteristics of self-point defects in copper: Molecular dynamic study // Physics of Atomic Nuclei. 2022. Vol. 85(7). P. 1245-1255.

3. Demidov D.N., Sivak A.B., Sivak P.A. Diffusion of bi-interstitials in the Fe and V bcc metals subjected to different types of external loads // The Physics of Metals and Metallography. 2021. V. 122(11). P. 1081-1087.

4. Sivak A.B., Demidov D.N., Sivak P.A. Diffusion characteristics of radiation defects in iron: molecular dynamics data // PAS&T/TF. 2021. Vol. 44(2). P. 148-157.

Выбор ведущей организации обусловлен тем, что акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс» является одним из мировых лидеров в области создания радиоэлектронных систем и комплексов специального и гражданского назначения, точного приборостроения, специального программного обеспечения. Предприятие осуществляет полный цикл научно-производственной деятельности: исследование, разработка, производство, испытание, сбыт, сопровождение в эксплуатации. Предприятие располагает собственной испытательной базой с комплексом моделирования и испы-

таний. На предприятии работают квалифицированные специалисты, среди которых ученые, являющиеся безусловными специалистами по теме диссертации.

Наиболее значимые публикации работников ведущей организации в данной сфере научных исследований:

1. Температурно-стабильные многослойные нанокompозитные сегнетоэлектрические пленки для устройств СВЧ / В.М. Балашов, И.Г. Мироненко, А.И. Фирсенков, А.А. Иванов, Д.В. Велькин, А.А. Семенов // Вопросы радиоэлектроники. 2019. №9. С. 68-78.

2. Технология и диэлектрические свойства многослойных нанокompозитных сегнетоэлектрических пленок / В.М. Балашов, И.Г. Мироненко, А.А. Иванов, А.И. Фирсенков, Д.В. Велькин, О.В. Яковлев, Н.А. Емельянов // Вопросы радиоэлектроники. 2018. №1. С. 62-67.

3. Анцев И.Г., Богословский С.В., Сапожников Г.А. Инвазивные пассивные беспроводные датчики температуры // Наноиндустрия. 2022. Т.15. №S8-2 (113). С. 381-383.

4. Кирпанев А.В., Кирпанев Н.А., Шубников В.В. Особенности исследования системы «антенна-обтекатель» по измерениям ближнего поля сферическим сканером // Вопросы радиоэлектроники. 2020. №9. С. 14-21.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны теоретические и экспериментальные методы исследований, направленные на установление связи изменения микроструктуры алюмохромфосфатного связующего и КМ на его основе (фрагментация фазовых составляющих Al и P в объеме материала) после термообработки при 450 °С с изменением физико-технических характеристик композиционного материала;

предложен механизм, объясняющий необратимое термическое расширение композиционного материала перпендикулярно армирующим слоям, связь между температурой термообработки композиционного материала и началом его ускоренного термического расширения, способ уменьшения термического расширения при применении многослойной кремнеземной ткани в качестве наполнителя;

доказано, что фазовая фрагментация в алюмохромфосфатном связующем приводит к улучшению физико-механических характеристик композиционного материала в области более высоких температур;

введены новые подходы в понимании процессов, происходящих в микроструктуре неорганических композиционных материалов, в регулировании

термических и физико-механических характеристик композиционного материала за счет применения в многослойном композиционном материале различных по структуре и составу наполнителей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что увеличение геометрических размеров образцов перпендикулярно армирующим слоям композиционного материала на основе алюмохромфосфатного связующего при нагреве выше температуры термообработки связано с выходом реакционно связанной воды, начало увеличения геометрических размеров образцов соотносится с началом потери массы (по данным синхронного термического анализа);

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы физики конденсированного состояния, экспериментальной физики, фундаментальные исследования неорганических фосфатных связующих, описанных в работах В.А. Копейкина, А.П. Петровой, И.Л. Рашкован, М.М. Сычева и др.;

изложены основные закономерности механизмов и особенностей изменения микроструктуры, элементного и фазового состава алюмохромфосфатного связующего и композиционного материала на его основе при различных режимах термообработки, подобрана оптимальная температура термообработки;

раскрыта связь температуры термообработки с распределением соединений и молекулярных комплексов, содержащих основные элементы по объему образца связующего и неорганического композиционного материала с разными видами наполнителя;

изучен механизм улучшения физико-механических характеристик композиционного материала на основе алюмохромфосфатного связующего при нагреве свыше 300 °С, связанный с фрагментацией фазовых составляющих, содержащих Al и P на границах раздела волокно/связующее при термообработке композиционного материала при 450 °С;

проведены исследования, подтвердившие перспективность применения комбинации различных текстурированных наполнителей (кварцевой ткани и многослойной кремнеземной ткани), увеличения температуры термообработки композиционного материала на основе алюмохромфосфатного связующего для регулирования изменений геометрических размеров перпендикулярно армирующим слоям и физико-механических характеристик многослойного композиционного материала в широком температурном диапазоне вне зависимости от направления выкладки слоев наполнителей.

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

разработаны и внедрены в производство АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» термостойкий многослойный радиопрозрачный композиционный материал на основе алюмохромфосфатного связующего с регулируемым анизотропным термическим расширением и стабильными физико-техническими характеристиками в широком диапазоне температур, технологический процесс изготовления теплозащитного экрана на его основе. В период с 2016 г. по 2022 г. благодаря внедрению результатов диссертационной работы Атрощенко И.Г. были отработаны принципиально новые варианты конструкции элементов (составных частей) перспективных ЛА;

определены методы оценки относительного удлинения образцов композиционного материала перпендикулярно армирующим слоям, определения прочности при межслоевом сдвиге композиционного материала в широком температурном диапазоне;

создана методика определения теплового расширения теплозащитного экрана головного элемента летательного аппарата, проведены расчеты и определены критерии максимально допустимого значения теплового расширения для узла соединения элемента летательного аппарата с теплозащитным экраном;

представлено подтверждение эффективности применения многослойного термостойкого композиционного материала для теплозащитного экрана головного элемента летательного аппарата для снижения тепловой нагрузки на антенном оборудовании, работоспособности конструкции в условиях высокоскоростного прогрева. Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать для создания радиопрозрачных композиционных защитных элементов конструкции высокоскоростных летательных аппаратов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены с использованием апробированных современных методов исследований, таких как микроструктурный и рентгеноспектральный микроанализ, рентгенофазовый анализ, дилатометрия, методы определения физико-механических, теплофизических, диэлектрических характеристик на соответствующем сертифицированном оборудовании;

теории построены на основе корректного использования методов физики конденсированного состояния, экспериментальной физики, а полученные соискателем результаты согласуются с известными данными;

идеи базируются на обобщении большого количества литературных данных и результатах, полученных различными, взаимно дополняющими методами;

использовано сравнение полученных в ходе работы результатов с известными теоретическими и экспериментальными результатами;

установлено согласие теоретических и экспериментальных результатов с данными, полученными другими авторами, работающими в аналогичных областях исследований;

использованы современные методы обработки полученных результатов, соответствующие целям и задачам исследований.

Личный вклад соискателя состоит в получении автором диссертации основных результатов исследований в процессе научной деятельности. Соискатель ученой степени принял непосредственное участие в постановке задач, разработке планов теоретических и экспериментальных исследований, написании научных статей, оформлении патентной документации, представлении результатов работы на научных конференциях, а также в формулировании научных положений и выводов. Автор лично участвовал в проведении экспериментов, проводил анализ полученных результатов, разработал технологию изготовления термостойкого многослойного радиопрозрачного композиционного материала, технологический процесс изготовления изделия с применением разработанного материала. Результаты исследований по разработке термостойкого многослойного радиопрозрачного композиционного материала обобщены и опубликованы совместно со Степановым П.А.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: не указаны погрешности на кривых, приведенных в диссертации, желательно было бы дополнить диссертацию модельными представлениями, более глубоким анализом физических процессов, которые происходят в разработанном материале.

Соискатель Атрощенко И.Г. ответила на вопросы, задаваемые ей в ходе заседания членами диссертационного совета: д.т.н. Косушкиным В.Г., д.ф.-м.н. Стреловым В.И., д.т.н. Шаталовым В.К., д.т.н. Андреевым В.В.; согласилась с замечаниями к.т.н. Харчука М.Д., согласилась и пояснила замечания ведущей организации, д.ф.-м.н. Думанского А.М., д.т.н. Резника С.В., д.ф.-м.н. Кузьменко А.П., официальных оппонентов д.т.н. Дуба А.В., к.ф.-м.н. Сивака А.Б., а также привела собственную аргументацию на замечания д.т.н. Страхова В.Л., д.т.н. Нестерова М.Ю.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Атрощенко И.Г. «Термостойкий многослойный радиопрозрачный композиционный материал для элементов летательных аппаратов» является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой. Она соответ-

вует критериям, установленным п.п. 9 и 10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. и п.п. 4, 5, 6 паспорта научной специальности 1.3.8. «Физика конденсированного состояния» (отрасль науки – технические).

На заседании 07 июня 2023 года диссертационный совет принял решение – за решение важной для физики конденсированного состояния научной задачи – разработку многослойного радиопрозрачного композиционного материала на основе алюмохромфосфатного связующего и технологии его изготовления с регулируемым анизотропным термическим расширением и стабильными физико-механическими характеристиками в широком температурном диапазоне, а также за разработку на основе композиционного материала теплозащитного экрана головного элемента летательного аппарата – присудить Атрощенко И.Г. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 12, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Андреев Владимир Викторович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Лоскутов Сергей Александрович

Дата оформления заключения 07 июня 2023 года.