

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.10

**Соискатель:** Болдырева Анна Александровна

**Тема диссертации:** Разработка новых технических решений и методов проектирования воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения.

**Специальность:** 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки)

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

На заседании «14» июня 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Болдыревой Анне Александровне ученую степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

**Присутствовали:** председатель д.т.н., проф. Денискин Ю.И.; заместитель председателя д.т.н., проф. Бойцов Б.В.; секретарь совета к.т.н., доц. Денискина А.Р.; д.т.н., проф. Боголюбов В.С.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Дудченко А.А.; д.т.н., проф. Эндогур А.И.; д.т.н., проф. Куприков М. Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Панкина Г.В.; д.т.н., проф. Парамонов Н.В.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.ф.-м.н., проф. Рабинский Л.Н.; д.т.н. доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А. С.; д.т.н., проф. Туркин И.К.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.125.10  
к.т.н., доцент



А. Р. Денискина

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10**  
**на базе федерального государственного бюджетного образовательного**  
**учреждения высшего образования «Московский**  
**авиационный институт (национальный исследовательский университет)»**  
**по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 14 июня 2016 года, протокол № 5  
о присуждении Болдыревой Анне Александровне, гражданке РФ,  
ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Разработка новых технических решений и методов проектирования воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения» по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 11 апреля 2016 г., протокол № 3, диссертационным советом Д 212.125.10 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.10 - № 714/НК от 02.11.12 г.

Соискатель Болдырева Анна Александровна, 1988 года рождения, гражданка РФ. В 2010 г. Болдырева А.А. окончила с отличием государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, по специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». В 2009 г. получила дополнительное высшее образование по специальности «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации» в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет». В 2011 г. защитила магистерскую диссертацию на иностранном языке по направлению «Менеджмент» в федеральном государственном бюджетном

образовательном учреждении высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет».

Болдырева Анна Александровна обучалась в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет» с 01.10.2010 г. по 02.09.2013 г. В период подготовки диссертации с 01.09.2015 г. по 14.06.2016 г. была прикреплена к кафедре 101 «Проектирование самолетов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Болдырева Анна Александровна в период с мая 2011 г. по ноябрь 2013 г. работала в должности младшего научного сотрудника управления научных исследований, ассистента, старшего преподавателя кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донской государственный технический университет». С декабря 2013 г. по настоящее время работает в должности научного сотрудника в закрытом акционерном обществе «Аэростатика», г. Москва. В период с сентября 2015 г. по май 2016 г. работала инженером НИО - 101 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

**Диссертация выполнена** на кафедре 101 «Проектирование самолетов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, старший научный сотрудник **Кирилин Александр Николаевич**, ведущий научный сотрудник отраслевого специального конструкторского бюро экспериментального самолетостроения (ОСКБЭС) федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»).

**Официальные оппоненты:**

**Панатов Геннадий Сергеевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Летательные аппараты» Института радиотехнических систем и управления Инженерно-технологической академии Южного Федерального университета, г. Таганрог;

**Ивченко Борис Александрович** – кандидат технических наук, главный конструктор закрытого акционерного общества «Воздухоплавательный центр «Авгурь», г. Москва,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** акционерное общество «Долгопрудненское конструкторское бюро автоматики», Московская обл., г. Долгопрудный, в своем положительном заключении, подписанном заместителем генерального директора по научной работе – начальником конструкторского бюро, кандидатом технических наук Вопшиным Юрием Геннадьевичем, главным конструктором по воздухоплавательной тематике Котляровым Вячеславом Владимировичем и ведущим инженером научно-исследовательского отдела № 53, кандидатом технических наук Ворогушиным Владимиром Александровичем, указала, что диссертация Болдыревой Анны Александровны является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи повышения эффективности функционирования воздушно-газовой системы многоцелевых, транспортных и высотных дирижаблей жесткого типа нового поколения, а полученные научно обоснованные результаты и изложенные технические решения имеют существенное значение для воздухоплавательных летательных аппаратов. Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 11 научных работ, в том числе 2 из них в перечне журналов, рекомендованных ВАК РФ, 2 – в издании, индексируемом в базе данных Scopus, 1 авторское свидетельство.

Наиболее значимые научные работы по диссертации:

1. Кирилин А.Н., Болдырева А.А. Методическое обеспечение проектирования воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения – Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2015. – Т. 15, № 1 (80), DOI 10.12737/10392, ISSN 1992-5980 – С.93 - 102.
2. Kirilin A., Boldyreva A. Functional capabilities of new generation transport airships gas-air system. – Proceedings of the 10th International Airship Convention & Exhibition [Электронный ресурс]. – Friedrichshafen (Germany), 2015. Режим доступа: [http://www.airship-convention2015.org/nc/papers\\_download](http://www.airship-convention2015.org/nc/papers_download).
3. Программный комплекс по формированию технико-экономических параметров транспортных дирижаблей нового поколения: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015613625 А.Н. Кирилин, А. А. Болдырева. – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19.03.2015.
4. Kirilin A.N., Boldyreva A.A., Timushev S.F., Tsipenko A.V. Thermal calculation of airship hull protection from snow. – Global Journal of Pure and Applied Mathematics. ISSN 0973-1768, Volume 12, Number 1(2016), pp. 603-615.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

- от ведущей организации, **акционерное общество «Долгопрудненское конструкторское бюро автоматики»**, Московская обл., г. Долгопрудный, отзыв положительный;

- от официального оппонента, **Панатова Геннадия Сергеевича** - доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Летательные аппараты» Института радиотехнических систем и управления Инженерно-технологической академии Южного Федерального университета, г. Таганрог, отзыв положительный;

- от официального оппонента, **Ивченко Бориса Александровича** - кандидата технических наук, главного конструктора закрытого акционерного общества «Воздухоплавательный центр «Авгурь»», г. Москва, отзыв положительный;

- от профессора федерального государственного унитарного предприятия «ЦНИИ «Центр» и МТУ, доктора технических наук, академика Российской академии космонавтики имени К. Э. Циолковского, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации **Москатова Генриха Карловича**, отзыв положительный;

- от заместителя управляющего директора публичного акционерного общества «Роствертол», заведующего кафедрой «Авиастроение» Донского государственного технического университета, доктора технических, профессора **Флека Михаила Бенсионовича**, отзыв положительный;

- от начальника НИО-10 федерального государственного унитарного предприятия «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ»), кандидата технических наук, доцента **Шустова Андрея Викторовича**, отзыв положительный;

- от ведущего научного сотрудника отделения «Центр перспективных исследований» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, **Соколова Евгения Ивановича**, отзыв положительный;

- от начальника лаборатории 0120, кандидата технических наук, **Топорова Николая Борисовича**, утвержденный заместителем генерального директора по НИОКР федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», доктором технических наук, профессором Жеребиным Александром Михайловичем, отзыв положительный;

- от заведующего кафедрой «Аэродинамика, конструкция и прочность ЛА» Московского государственного технического университета гражданской авиации, Заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора **Ципенко Владимира Григорьевича**, отзыв положительный;

- главного конструктора, кандидата технических наук, **Ширинянц Валерия Андреевича**, утвержденный генеральным конструктором открытого акционерного общества «Экспериментальный машиностроительный завод имени В. М. Мясищева», Соколовым Леонидом Алексеевичем, отзыв положительный;

- командира войсковой части 15650-10 **Пелле Валерия Андреевича**, отзыв положительный;

- генерального конструктора научно-производственного предприятия «РУСБАЛ» **Таланова Александра Викторовича**, отзыв положительный.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий обзор работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость.

**В поступивших отзывах имеется ряд замечаний:**

- в отзыве ведущей организации **акционерное общество «Долгопрудненское конструкторское бюро автоматики»:**

1. В главе 1 написано, что применение воздушно-теплого способа борьбы со снегом и льдом должно стать генеральным направлением в разработке противообледенительной системы для дирижаблей нового поколения. На наш взгляд, для такого утверждения в диссертации не приведено достаточных оснований. Ссылка на успешное применение тепловых систем в авиации подана некорректно, т.к. на самолетах и вертолетах они предназначены только для работы в полете. Соответственно, оправдана перевозимая масса бортовой системы. На земле их включение, из-за опасности потери прочности конструкции от перегрева, категорически запрещено и часто блокируется концевыми выключателями на стойках шасси. Очистка от снега и льда на стоянке производится исключительно наземными техническими средствами (тепловые машины, подогреватели МП-85 и др.) и спецжидкостями (например, Арктика). Целесообразность предложения возить на дирижабле массу встроенной воздушно-тепловой системы, которая предназначена для использования только на земле, вызывает сомнения, хоть суть предложения при определенных условиях может носить дискуссионный характер.
2. В главе 2 говорится, что потребные значения площади клапанов воздушно-газовой системы находятся в прямо пропорциональной зависимости от объема дирижабля и его скороподъемности, однако на рис.2.5 приведены графики зависимостей, соответствующие логарифмической шкале.

3. В главе 3 при выборе наиболее точной эмпирической формулы для вычисления коэффициента теплоотдачи « $\alpha$ » на основании сравнения расчетов по формулам (3.1-3.6) утверждается, что наилучшее совпадение (различие не более 15% в рассмотренном диапазоне температур и скоростей) дает формула (3.5) при характерном размере, равном длине дирижабля. Однако не приведена полученная в расчетах погрешность остальных сравниваемых формул и не указано, как определялось базовое значение коэффициента теплоотдачи « $\alpha$ », относительно которой найдена 15% погрешность формулы (3.5). Это не дает возможности судить о степени достоверности полученного результата в предложенном интервале сравнения.
4. В главе 3 также не рассмотрены и не проанализированы последствия принудительного таяния снега или льда на верхней поверхности дирижабля, когда вода стекает по оболочке вниз и, замерзая, образует очень прочный слой наледи, который крайне сложно удалить.
5. В главе 4 оценку массовой эффективности воздушных балластных емкостей высокого давления полезно было бы дополнить таблицей данных по удельной прочности различных композитных материалов и данными сравнения расчетной массы композитных баллонов в зависимости от роста их объемов при различных рабочих давлениях и массах балластного воздуха. Удельная прочность композитного материала и показатель эффективности баллона являются основными критериями, определяющими возможность применения воздушной системы балластировки. При этом именно композитные материалы позволяют создавать воздушные балластные баллоны высокого давления с массой заключенного в них воздуха в несколько раз больше массы самого баллона. Было бы уместным отразить величины механической работы и мощности, которые необходимо затратить, чтобы закачать воздух в балластные баллоны до рабочего давления. Этот параметр также играет важную роль в принятии решения о применении или об отказе от воздушной балластной системы на дирижабле.

- в отзыве официального оппонента **Панатова Геннадия Сергеевича**:

1. Из диссертационной работы неясно, оказывают ли существенное влияние осадки в виде снега и обледенения на летно-технические характеристики и управляемость дирижабля при выполнении полета.
2. В диссертационной работе достаточно глубоко проводились исследования основных параметров воздушно-газовой системы при использовании флегматизированного водорода, гелия в качестве подъемных газов. Результаты исследований приведены в главе 2, однако было бы целесообразным также провести исследования для воздушно-газовой системы с использованием природного газа в качестве подъемного.

- в отзыве официального оппонента **Ивченко Бориса Александровича**:

1. В диссертационной работе не приведены данные по требуемым расходным характеристикам воздушных вентиляторов воздушно-газовой системы. Хотя разработанная методика проектирования основных элементов воздушно-газовой системы позволяет получить расходные характеристики вентиляторов воздушно-газовой системы, но автор диссертации для всех агрегатов воздушно-газовой системы оперирует только потребной суммарной площадью входных (выходных) сечений. Да, для предохранительных клапанов это определяющая характеристика, но для вентиляторов воздушно-газовой системы это условная величина, позволяющая проводить только сравнительный анализ. При проектировании аэростатических летательных аппаратов необходимо знать потребные расходы вентиляторов, так как по ним можно рассчитать потребные мощности вентиляторов и их массовые характеристики. А для многих аэростатических летательных аппаратов доля потребления электроэнергии вентиляторов аэростатических летательных аппаратов на этапе спуска аппарата в общем энергетическом балансе может стать преобладающей.
2. Желательно было бы порекомендовать провести в дальнейшем более глубокие исследования воздушно-балластной системы высокого давления или, как ее еще называют, системы активной балластировки (САБ). Как справедливо отмечено в диссертации, идея использования в качестве основного и единственного балласта сжатого до нескольких атмосфер воздуха или несущего газа, закачанного в

балластные емкости, является очень заманчивой, поскольку ее реализация позволила бы разрешить многие проблемы балластировки транспортных дирижаблей, включая операции по снятию с борта летательных аппаратов коммерческих грузов на неподготовленных площадках. Однако вывод, сделанный в диссертации, что данная идея при современном уровне развития материаловедения является неэффективной, так как приводит к многократному увеличению массы балластной системы дирижабля, слишком категоричен и базируется на существующих сегодня серийно выпускаемых тканепленочных материалах (ТПМ) и простых по конструктивному исполнению емкостях. Такой вывод как бы говорит, что данная идея не перспективна, и сегодня заниматься ею не нужно. Но это не так. Уже сейчас существуют экспериментальные образцы ТПМ с разрывной длиной более 100 км и прорабатываются конструктивно-силовые схемы емкостей, позволяющие снизить требования к прочностным свойствам материала емкости. Предварительные исследования показывают, что в недалеком будущем можно выйти на удельную массу САБ порядка 1 кг для хранения 1 куб. м гелия. И, весьма вероятно, что уже «завтра» данная идея будет реализована с приемлемым уровнем массы балластной системы дирижабля. Конечно, для реализации идеи САБ еще предстоит выполнить большой объем работы в разных областях техники.

- в отзыве на автореферат диссертации, поступившем от **Флека Михаила Бенсионовича:**

1. В ходе моделирования воздушно-тепловой противообледенительной системы автор не дал обоснование принятия решения, о том, что тепло, уносимое водой с поверхности за время стекания, пренебрежимо мало.
2. Автор не указал, какие материалы и, следовательно, их физико-механические характеристики анализировались для оценки массы воздушно-газовой системы, при решении задачи балластировки дирижаблей. Рассматривались ли альтернативные материалы?

- в отзыве на автореферат диссертации, поступившем от **Шустова Андрея Викторовича:**

1. В методике расчета проходных сечений клапанов и потребной подачи воздуха было бы рационально заложить математическую модель стандартной атмосферы, либо нестационарную модель состояния атмосферы. В таком случае можно было бы проследить изменения энергопотребления воздушно-газовой системы в зависимости от высоты при фиксированной скорости снижения.
2. В расчете противообледенительной системы необходимо учитывать возможный нагрев несущего газа при подаче теплого воздуха в верхнюю часть оболочки и изменение аэростатической подъемной силы. В крейсерском режиме полета этот эффект может быть использован для частичного решения проблемы балластировки.
3. В оценках использования воздушно-газовой системы для реализации идеи пневмобалластировки не рассмотрены варианты внутренних баллонетов малого диаметра, что и применяется в ряде проектов современных дирижаблей. Оптимизация их размеров и внутреннего сверхдавления позволяет изменять аэростатическую подъемную силу в пределах до 20%, при значительно меньшей массе самой системы балластировки.

- в отзыве на автореферат диссертации, поступившем от **Соколова Евгения Ивановича**:

1. Неоднократно в автореферате указывается использование флегматизированного водорода в качестве подъемного газа для летательных аппаратов легче воздуха, однако нигде по тексту не приведено описание отличий и преимуществ данного подъемного газа по сравнению с обычным водородом.
2. На странице 12 автореферата диссертации не приведена ссылка на источник, из которого взята формула (1).
3. Вызывает сомнение о том, что при стекании струек воды, возникающих при плавлении снега на верхней поверхности дирижабля, уносимое ими тепло пренебрежимо мало (стр. 17).

- в отзыве на автореферат диссертации, поступившем от **Топорова Николая Борисовича**:

1. Из автореферата неясно, какими энергетическими мощностями должна обладать воздушно-тепловая противообледенительная система при непосредственной эксплуатации ЛА.
2. Также не показана возможность эксплуатации ЛА при одновременной работе воздушно-тепловой противообледенительной системы и воздушно-балластной системы высокого давления, неясно, к чему может привести неравномерный разогрев несущего газа воздушно-тепловой противообледенительной системы в связи с близко расположенными теплообменниками и воздуховодами к газовым мешкам.

- в отзыве на автореферат диссертации, поступившем от **Ципенко Владимира Григорьевича:**

1. Из автореферата неясно, какое оказывают влияние, кроме обледенения, дополнительные внешние условия на эффективность исследованных в работе вопросов, поскольку их не учет может сказаться на конечных результатах, полученных в работе.

- в отзыве на автореферат диссертации, поступившем от **Таланова Александра Викторовича:**

1. В автореферате не приведены принятые допущения, используемые при расчете тепловых потоков, связанных с обтеканием воздухом корпуса дирижабля.
2. Для обеспечения работы противообледенительной системы (ПОС), по расчетам автора для рассматриваемого дирижабля, потребуется 2,74 МВт тепловой мощности, которую планируется снимать с помощью теплообменника с силовой установки. Учитывая, что для подобного типа размера дирижабля потребуются двигатели суммарной мощностью не более 0,7...1,0 МВт, то этой мощности будет явно недостаточно для работы ПОС.

В отзыве ведущей организации также содержатся некоторые редакционные замечания, касающиеся оформления текста диссертации.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем, что официальные оппоненты имеют значительный опыт и высокий уровень в научно – исследовательской и проектно-конструкторской работе в области

проектирования и производства воздухоплавательных летательных аппаратов и летательных аппаратов в целом, а ведущая организация является единственным государственным предприятием в России, занимающимся разработкой и созданием дирижаблей, аэростатов, а также систем специального назначения.

Диссертационный совет отмечает:

1. считать диссертационную работу Болдыревой А. А. законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и методики, имеющие существенное значение при разработке перспективных образцов воздухоплавательных летательных аппаратов;

2. на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** усовершенствованная методика выбора параметров и проектирования основных элементов воздушно-газовой системы многоцелевых, транспортных и высотных (в том числе стратосферных) дирижаблей, расширяющая граничные условия для высоты функционирования дирижаблей и позволяющая минимизировать геометрические и весовые параметры основных элементов воздушно-газовой системы дирижаблей в диапазоне от 34% до 59% в зависимости от типа несущего газа;

- впервые **предложена** методика оценки энергетических затрат, необходимых для эффективной работы противообледенительной системы дирижабля жесткого типа нового поколения, разработанная на основе применения воздушно-теплового способа борьбы со снегом;

- **разработаны** схемные решения противообледенительной системы дирижабля, повышающие эксплуатационные характеристики дирижабля, позволяющие минимизировать энергетические затраты, необходимые для эффективной работы противообледенительной системы дирижабля, и обеспечивающие круглогодичную стоянку дирижабля под открытым небом;

- **новые понятия** не вводились.

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

- **доказано** на основе численного эксперимента, что требуемые значения площади газовых и воздушных клапанов воздушно-газовой системы находятся в прямо

пропорциональной зависимости от объема дирижабля и его скороподъемности, причем потребная площадь воздушных клапанов более чем в 3 раза должна превышать общую площадь сечения гелиевых клапанов (при одном и том же заданном избыточном давлении); если несущим газом дирижабля является флегматизированный водород, то площадь проходных сечений газовых клапанов может быть на 20% меньше, по сравнению со случаем, когда воздушно-газовая системы заправляется гелием;

- **доказано** на основе численного эксперимента, что для воздушных и газовых клапанов расчетным случаем площади проходных сечений является высота на уровне моря; для воздушных нагнетателей, наоборот, - максимальная высота полёта;

- **доказано** на основе численного эксперимента, что увеличение задаваемого избыточного давления в воздушно-газовой системе уменьшает площадь газовых клапанов;

- **применительно к проблематике** диссертации эффективно использованы комплекс численно-аналитических методов решения задач термо- и газодинамики, а также основные законы аэростатики: закон Архимеда, закон Бойля-Мариотта, закон Гей-Люссака и физические свойства газов;

- **проведен** технический анализ существующих или применяемых ранее типов воздушно-газовых систем летательных аппаратов легче воздуха;

- **предложена** новая классификация аэростатических летательных аппаратов по типу их воздушно-газовых систем с учетом различных идентификационных признаков;

- **изложены** функциональные возможности воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения;

- **проведены** многопараметрические исследования по зависимости основных элементов воздушно-газовой системы дирижабля от его объема, высоты полета, скороподъемности, заданного уровня избыточного давления в элементах воздушно-газовой системы, типа газа при подъеме и спуске дирижабля.

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

- **предложена** схема воздушно – газовой системы дирижабля жесткого типа нового поколения;

- **разработан** алгоритм модернизированного программного комплекса формирования облика воздушно-газовой системы, позволяющего повысить уровень точности и сократить время предварительных расчетов параметров основных элементов воздушно-газовой системы дирижабля (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2015613625 от 19.03.2015);

- **предложены** новые схемные решения воздушно-тепловой противообледенительной системы корпуса дирижабля жесткого типа нового поколения;

- **проведена** оценка возможности использования воздушно-газовой системы дирижабля нового поколения в качестве воздушно-балластной системы высокого давления;

- **получены** табличные и графические зависимости геометрических параметров элементов воздушно-газовой системы от размерности и скороподъемности дирижабля, уровня избыточного давления в корпусе летательного аппарата, типа рабочего газа (гелий, флегматизированный водород, воздух);

- **даны** практические рекомендации по заданию предпочтительных геометрических параметров основных элементов воздушно-газовой системы дирижаблей в зависимости от объема дирижабля, высоты полета, скороподъемности и типа газа, обеспечивающие максимальную эффективность функционирования воздушно-газовой системы.

**Реализация результатов исследований.** Разработанные автором теоретические и практические результаты отражены в 5 научно-технических отчетах по опытно-конструкторским и научно - исследовательским работам, которые выполнялись совместно с Министерством обороны РФ, Министерством образования РФ, МЧС, федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». А также использованы в

проектно-конструкторской деятельности научно-производственной фирмы ЗАО «Аэростатика», что подтверждено Актом о внедрении результатов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **использовано** обоснованное сравнение авторских результатов численных экспериментов и имитационного моделирования с имеющимися результатами, полученными ранее в рассматриваемой научной области;

- **установлено** качественное соответствие авторских результатов с результатами исследований других авторов, представленными в печатных изданиях;

- **использованы** современные программные средства численного и имитационного моделирования.

**Личный вклад соискателя** состоит в проведении технического анализа существующих или применяемых ранее типов воздушно-газовых систем летательных аппаратов легче воздуха; разработке новой классификации аэростатических летательных аппаратов по типу их воздушно-газовых систем с учетом различных идентификационных признаков; исследовании функциональных возможностей воздушно-газовой системы дирижаблей нового поколения; разработке усовершенствованной методики проектирования геометрических параметров основных элементов воздушно-газовой системы дирижабля; проведении многопараметрических исследований зависимости основных элементов воздушно-газовой системы дирижабля от его объема, высоты полета, скороподъемности, заданного уровня избыточного давления в воздушно-газовой системы и типа газа при подъеме и спуске дирижабля; разработке программно-алгоритмического обеспечения для выбора оптимальных параметров воздушно-газовой системы для дирижаблей различных типов; выполнении численно-аналитических расчетов и экспериментальных исследованиях противообледенительной системы корпуса дирижабля жесткого типа нового поколения; разработке новых схемных решений воздушно – тепловой противообледенительной системы корпуса дирижабля жесткого типа нового поколения; проведении оценки возможности использования воздушно-газовой системы дирижабля нового поколения в качестве воздушно-балластной системы высокого давления; подготовке публикаций по теме диссертационной работы.

Все поставленные в диссертационной работе задачи решены в полном объеме, что подтверждается соответствием поставленных задач результатам исследований.

На заседании «14» июня 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Болдыревой А. А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель  
диссертационного совета Д 212.125.10  
д.т.н., профессор

Ю. И. Денискин

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 212.125.10  
к.т.н., доцент

А.Р. Денискина

Ученый секретарь МАИ  
к.т.н., доцент



А.Н. Ульяшина

«14» июня 2016 г.