

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.04

Повестка дня:

Защита диссертации **Лыу Конг Кием**

на соискание ученой степени кандидата технических наук:

"Автоматизированный параметрический синтез приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей"

Специальность:

05.13.12 «Системы автоматизации проектирования»

(информационные технологии и промышленность).

Официальные оппоненты:

Солдаткин Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры электронного приборостроения и менеджента качества, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева - КАИ»

Сорокин Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, начальник отдела по науке и инновационному развитию, АО «Аэроприбор-Восход», г. Москва

Ведущая организация - **ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева»**

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.04
от 14 сентября 2022 года

на заседании присутствовали члены Совета:

1.	Ярушкина Н.Г., председатель Со- вета	д.т.н., профессор	05.13.12	технические науки	Очно
2.	Киселев С.К. зам. председателя Со- вета	д.т.н., доцент	05.13.05	технические науки	Очно
3.	Наместников А.М., ученый секретарь Совета	д.т.н., доцент	05.13.12	технические науки	Очно
4.	Андреев А.С.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.01	технические науки	Дистан- ционно
5.	Браже Р.А.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
6.	Васильев К.К.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
7.	Гладких А.А.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
8.	Иванов О.В.	д.ф.-м.н., доцент	05.13.05	технические науки	Дистан- ционно
9.	Клячкин В.Н.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
10.	Крашенинников В.Р.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно
11.	Курганов С.А.	д.т.н., доцент	05.13.05	технические науки	Очно
12.	Негода В.Н.	д.т.н., доцент	05.13.12	технические науки	Дистан- ционно
13.	Перегудова О.А.	д.ф.-м.н., доцент	05.13.01	технические науки	Дистан- ционно
14.	Пиганов М.Н.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Дистан- ционно
15.	Самохвалов М.К.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
16.	Смирнов В.И.	д.т.н., профессор	05.13.05	технические науки	Очно
17.	Ташлинский А.Г.	д.т.н., профессор	05.13.01	технические науки	Очно

Председатель Совета
д.т.н., профессор

Ученый секретарь Совета,
д.т.н., доцент



Н.Г. Ярушкина

А.М. Наместников

Председатель

Уважаемые коллеги !

На заседании диссертационного Совета Д212.277.04 из **23** члена Совета присутствуют **17** человек, в том числе в удаленном режиме **5** человек. Заседание проходит в смешанном очно-интерактивном режиме. Необходимый кворум имеем.

Членам Совета повестка дня известна. Какие будут суждения по повестке дня? Утвердить? (принято единогласно).

По специальности защищаемой диссертации **05.13.12 «Системы автоматизации проектирования» (информационные технологии и промышленность)** (технические науки) на заседании присутствуют **3** доктора наук.

Наше заседание правомочно.

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Льву Конг Кием** по теме: *"Автоматизированный параметрический синтез приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей"*.

Работа выполнена в Ульяновском государственном техническом университете

Научный руководитель – **к.т.н. Ефимов И.П.**

Официальные оппоненты:

Солдаткин Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ»

Сорокин Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, начальник отдела по науке и инновационному развитию, АО «Аэроприбор-Восход», г. Москва

Присутствуют оба оппонента.

Письменные согласия на оппонирование данной работы от них были своевременно получены.

Ведущая организация – **ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева».**

Слово предоставляется **Ученому секретарю** диссертационного Совета д.т.н. **А.М. Наместникову Д212.277.04** для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь

Соискателем **Льву Конг Кием** представлены в Совет все необходимые документы для защиты кандидатской диссертации (зачитывает):

- заявление соискателя;
- копия диплома о высшем образовании (заверенная);
- справка об обучении в аспирантуре;
- заключение по диссертации от организации, где выполнялась работа;
- отзыв научного руководителя;
- диссертация и автореферат в требуемом количестве экземпляров.

Все документы личного дела оформлены в соответствии с требованиями Положений ВАК.

Основные положения диссертации отражены **Льву К.К.** в **20** научных работах, в т.ч. в **5** статьях в изданиях из перечня ВАК, **1** монографии, получено **4** свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Соискатель представлен к защите **22.06.2022 г.** (протокол №8). Объявление о защите размещено на сайте ВАК РФ **27.06.2022 г.**

Вся необходимая информация по соискателю внесена в ФИС ГНА.

Председатель

Есть ли вопросы по личному делу соискателя к ученому секретарю Совета? (Нет).

Есть ли вопросы к **Льву К.К.** по личному делу? (Нет).

Конг Кием, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

Соискатель

Вашему вниманию предлагается диссертационная работа на тему «Автоматизированный параметрический синтез приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей»

Для вычисления высотно-скоростных параметров ЛА требуется информация о статическом и полном давлении набегающего воздушного потока. Для восприятия давлений используются специальные устройства – приемники воздушных давлений, которые можно поделить на 2 группы: приемники статического давления и приемники полного давления. Восприятие полного давления не представляет особых затруднений, а наиболее проблематичным является восприятие неискаженного статического давления. И настоящая работа посвящена именно приемникам статического давления и их синтезу.

Основным источником погрешности в определении высотно-скоростных параметров является девиация коэффициента давления приемника.

По графикам видно, что уменьшение девиации коэффициента давления приводит к уменьшению погрешности измерения высотно-скоростных параметров.

Объектом исследования являются: приемник статического давления проточного типа, состоящий из конфузторного и диффузорного участков на базе трубки ВЕНТУРИ с отбором статического давления из конфузторного участка и приемник статического давления с наружной профилированной поверхностью и двумя контурами компенсации аэродинамической погрешности.

Данный приемник является перспективным. Так как он позволяет организовать несколько каналов отбора давления одновременно. Это приводит к уменьшению общего количества приемников на борту.

Было выдвинуто предположение, что наличие второго контура компенсации позволит уменьшить девиацию коэффициента давления при отборе статики от второго контура, что подтвердилось результатами диссертационных исследований.

Вашему вниманию предлагается структура диссертационного исследования

В настоящее время проектирование приемников статического давления осуществляется в соответствии с существующим процессом синтеза, который основан на требованиях технического задания. Ограничениями являются длительное время синтеза; высокая стоимость разработки и большая девиация коэффициента давления.

С целью решения этих ограничений в работе прилагается процесс синтеза, основанный на методике и системе параметрического синтеза ПСД.

Предлагаемый процесс синтеза требует наличия математических моделей приемников. В диссертации была уточнена математическая модель проточных ПСД, разработана модель непроточных ПСД.

Математическая модель может быть получена двумя способами: первый – на основе экспериментальных исследований; второй – на основе моделирования. Экспериментальный путь требует больших материальных, временных затрат. Я использовал метод моделирования с помощью САПР. Была выбрана программа ANSYS.

Были выполнены исследования математических моделей ПСД, направленные на выявление связи геометрических параметров ПСД и их отклонения от номинальных значений с девиацией коэффициента давления.

На основе результатов исследований были разработаны рекомендации разработчику по выбору геометрических параметров приемника с целью уменьшения девиации коэффициента давления.

Математические модели и рекомендации идут в основу предлагаемого процесса синтеза.

Согласно существующему процессу синтеза производится анализ технического задания на разработку ПСД. Далее разработчик с учетом существующего опыта предыдущих разработок, назначает геометрические параметры приемника. При наличии математической модели разработчик принимает решение, которое заключается в том, что использовать имеющуюся математическую модель при моделировании ПСД, либо провести моделирование с использованием существующих средств САПР. Производится математическое моделирование до тех пор, пока приемник статического давления не станет удовлетворять требованиям технического задания.

Если нет математической модели разработчик либо проводит моделирование с использованием существующих средств САПР, либо сразу переходит к разработке документации на изготовление опытного макета. Потом производятся изготовление и аэродинамические испытания опытного макета приемников, анализ результатов. И если приемник не соответствует с требованиям технического задания, то этот традиционный процесс повторяется несколько раз.

Таким образом наличие математических моделей существенно уменьшает число промежуточных изготовлений макетов и испытаний.

Также, чем больше сходимость данных моделирования и эксперимента, тем меньше требуется число опытных макетов.

Предлагаемый процесс синтеза ПСД подразумевает разработку системы параметрического синтеза, рекомендаций разработчику по выбору геометрических параметров.

При этом разработчик с учетом опыта предыдущих разработок и полученных рекомендаций задает допустимые интервалы изменений геометрических параметров ПСД. С помощью системы параметрического синтеза разработчик находит геометрические параметры ПСД и их допустимые отклонения от номинальных значений, которые удовлетворяют требованиям технического задания. После этого проверяется, удовлетворяют ли требованиям технического задания.

Если найдутся приемники, которые удовлетворяют требованиям технического задания, то производится проверка контрольного опытного макета. Если не найдутся геометрические параметры то опять задаются интервалы изменения.

Актуальность работы заключается в том, что результаты исследования позволяют повысить эффективность процесса синтеза; убрать ограничения существующего процесса синтеза и уменьшать девиацию коэффициента давления приемника.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности процесса синтеза приемников статического давления за счет разработки его математического обеспечения и рекомендаций разработчику по выбору геометрических параметров приемников, положенных в основу методики и системы автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления. Эта цель решается разработкой структуры автоматизированного процесса параметрического синтеза приемника статического давления; разработкой математических моделей; исследованиями; получением рекомендаций разработчику по уменьшению девиации коэффициента давления и разработкой методики и системы параметрического синтеза ПСД.

Научная новизна работы заключается в том, что разработаны:

1. Подходы и методика моделирования ПСД с наружной и внутренней обтекаемыми поверхностями;
2. Предназначенные для синтеза и исследования характеристик приемников статического давления математические модели проточных ПСД и ПСД с наружной профилированной поверхностью и двумя контурами компенсации;
3. Скоростные и угловые характеристики ПСД с наружной и внутренней обтекаемыми поверхностями, полученные по результатам модельных исследований.

Практическая значимость работы заключается в методике и системе автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления с внутренней и наружной обтекаемыми поверхностями, разработанная на основе полученных математических моделей и

рекомендаций по выбору геометрических параметров ПСД и назначению их допустимых отклонений от номинальных значений, обеспечивающие повышение эффективности процесса синтеза приемников статического давления.

Основные результаты работы соответствуют П. 3 паспорта специальности 05.13.12.

Основными положениями, выносимые на защиту, являются:

1. Структура автоматизированного процесса параметрического синтеза ПСД;

2. Математические модели ПСД для расчета коэффициента давления приемников и его девиации;

3. Рекомендации разработчику ПСД по выбору геометрических параметров проточных ПСД и приемников с наружной профилированной поверхностью;

4. Методика и система автоматизированного параметрического синтеза ПСД.

В настоящее время существуют некоторые известные модели ПСД.

Модель 1 – для проточного ПСД. Она была получена на основе очень ограниченного числа экспериментальных данных, всего 8 опытных макетов.

Модели 2 и 3 разработаны для гладких приёмников без контуров компенсации аэродинамической погрешности.

Для моделирования ПСД в программе ANSYS была разработана методика моделирования.

В данной момент в литературе нет рекомендаций по выбору модели турбулентности для моделирования объектов открытой системы – ПСД.

Значит важнейшей задачей при моделировании ПСД в ANSYS является выбор модели турбулентности.

Для выбора модели турбулентности при моделировании ПСД в программе ANSYS были сравнены результаты моделирования проточных ПСД с экспериментальными данными при разных моделях турбулентности. В результате видно, что модель k-epsilon дает результаты моделирования наиболее близкие к экспериментальным данным.

И соответственно, идет сравнение результатов моделирования не проточных ПСД с экспериментальными данными при разных моделях турбулентности. В результате видно: модель k-epsilonREALIZABLE дает результаты моделирования наиболее близкие к экспериментальным данным.

Обычно на практике в ANSYS производится моделирование объектов, включенных замкнутые системы, например, система вентиляции, лопатки турбореактивного двигателя. У нас есть система открытого типа, то есть ПСД находится в свободном потоке, поэтому существует сходимость данных моделирования и эксперимента. Для компенсации разности между результатами моделирования и эксперимента были разработаны корректирующие уравнения для приемников проточного и не проточного типа.

Математические модели разработаны в настоящей диссертации, полученные на основе математической теории планирования эксперимента.

Математическая модель для расчета коэффициента давления проточного ПСД имеет такой вид (показ на слайде).

Для расчета девиации коэффициента давления проточных ПСД, обусловленной изменением скорости, скосами набегающего воздушного по-

тока и изменением высоты полета, аналогичным образом были разработаны математические модели, имеющие вид (показ на слайде).

Математическая модель для расчета коэффициента давления ПСД с наружной профилированной поверхностью и двумя контурами компенсации имеет такой вид (показ на слайде).

И аналогичным образом математические модели для расчета девиации коэффициента давления имеют такой вид (показ на слайде).

Для оценки адекватности разработанных математических моделей, на графиках приведено сравнение результатов моделирования проточных ПСД по разработанной и известной моделям с экспериментальными данными. Видно, что разработанная математическая модель обеспечивает значительно большую сходимость (погрешность вычисления коэффициента давления до 10%).

Было сделано сравнение зависимости коэффициента аэродинамического усиления проточных ПСД, полученных экспериментально и по разработанной математической модели, от скорости набегающего воздушного потока

Причиной изменения коэффициента давления и коэффициента аэродинамического усиления от скорости является то, что потеря энергии потока вычисляется на основе коэффициента гидросопротивления проточной части, зависящего от скорости потока.

На данном рисунке приведена типовая зависимость коэффициента гидросопротивления от скорости. Видно, что эта зависимость близка к линейной. Поэтому разработанные математические модели, показанные выше, хотя имеют линейный характер, но достаточно адекватно описывают физику реального процесса.

Производилось сравнение результатов моделирования ПСД с наружной профилированной поверхностью с экспериментальными данными. У нас в данном случае не имеется существующей математической модели. Видно, что обеспечивается достаточная сходимость расчетных и экспериментальных данных (погрешности до 10%).

Для реализации предлагаемого процесса синтеза было разработано алгоритмическое обеспечение синтеза и моделирования ПСД. Для каждого алгоритма имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Так как источником погрешности в определении высотно-скоростных параметров является девиация коэффициента давления, то основные исследования были направлены на выявление связи девиации коэффициента давления с геометрическими параметрами.

На графиках приведены типовые зависимости девиации коэффициента давления от геометрических параметров проточных ПСД.

Были исследованы зависимости девиации коэффициента давления ПСД с наружной профилированной поверхностью, обусловленной изменением скорости потока от координат сечения отбора давления.

Соответственно приведены зависимости девиации коэффициента давления непроточных ПСД, обусловленной скосом воздушного потока от координат отбора давления и зависимости девиации коэффициента давления непроточных ПСД, обусловленной изменением высоты полета от координат отбора давления

Было исследовано распределение давления по профилированному участку. Данная зависимость является типичной для всех ПСД и были определены четыре сечения, в которых коэффициент давления равен нулю и практически инвариантен к скорости набегающего воздушного потока. То есть если производится отбор давления из этих сечений,

то девиация коэффициента давления практически равна нулю и соответственно погрешность в определении высотно-скоростных параметров будет минимальной.

Дальше на графике показан предлагаемый принцип уменьшения девиации коэффициента давления непроточных ПСД. Этот принцип заключается в следующем. Статическое давление отбирается из двух сечений с разными знаками коэффициента давления. Производится суммирование этих данных давлений и в результате статическое давление получается практически не зависит от скорости потока.

Для назначения допусков на отклонение геометрических параметров от номинальных значений было использовано 2 метода: метод статистических испытаний и метод наихудшего случая. Приведем пример моделирования проточных ПСД методом статистических испытаний.

Назначение допусков в соответствии с методом наихудшего случая с использованием уравнения точности проточных ПСД, приведен пример оценки влияния отклонения геометрических параметров на девиацию коэффициента давления и, соответственно, расчет погрешностей в определении высоты и скорости полета для двух частых используемых в приборостроении квалитетов и уровней точности.

Аналогичные результаты исследований были получены для ПСД с наружной профилированной поверхностью.

На основе полученных результатов исследования математических моделей были разработаны рекомендации разработчику по выбору геометрических параметров с целью уменьшения девиации коэффициента давления проточных ПСД.

И соответственно рекомендации разработчику для ПСД с наружной профилированной поверхностью.

На основе разработанных математических моделей, выше приведенных рекомендаций разработчику по выбору геометрических параметров приемников статического давления была разработана методика синтеза ПСД.

И в соответствии с этой методикой была разработана система параметрического синтеза ПСД. Эта система состоит из нескольких модулей: модуль расчета коэффициента давления, модуль синтеза ПСД, модуль генерирования уравнения точности ПСД, модуль расчета девиации коэффициента давления: либо по методу статистических испытаний, либо по методу наихудшего случая.

Рассмотрим модуль синтеза проточного ПСД.

При этом для выполнения синтеза проточного ПСД должны задаваться:

- Требуемая скоростная характеристика ПСД и ее погрешность по требованиям технического задания;
- Диапазоны изменения геометрических параметров приемника;
- Высота полета.

В результате синтеза будут показаны все сочетания геометрических параметров приемников, скоростная характеристика которых удовлетворяет требованиям технического задания.

Дальше показан пример функционирования модуля расчета девиации коэффициента давления по методам статистических испытаний и наихудшего случая системы параметрического синтеза.

В ходе выполнения диссертационной работы были получены следующие основные результаты и выводы:

- Проведен анализ существующих математических моделей и процесса синтеза ПСД с наружной и внутренней обтекаемыми поверхностями;
- Разработаны математические модели проточных ПСД и ПСД с наружной профилированной поверхностью и двумя контурами компенсации;
- Проведены теоретические исследования проточных и непроточных ПСД;
- Получены рекомендации по выбору геометрических параметров ПСД;
- Установлено, что для исследуемых непроточных ПСД существуют 3 области, в которых девиации коэффициента давления значимо не отличаются от нуля;
- Получена связь допусков на изменение геометрических параметров ПСД с девиацией их коэффициента давления и разработаны уравнения точности;
- Разработаны методика и система автоматизированного параметрического синтеза.

Спасибо за внимание.

Доклад окончен.

Председатель

У кого есть вопросы к соискателю?

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Откройте 2-й слайд, пожалуйста. Вот у Вас тут первая формула для высоты стандартной атмосферы, R это что такое?

Соискатель

Это постоянная.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Газовая постоянная?

Соискатель

Да. Это газовая постоянная.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Тогда я не понимаю единицу измерения. Газовая постоянная измеряется в Дж/моль.К, а если ее умножить на температуру, я никак не получу Н. У Вас Н стандартная? И она в метрах или в чем?

Соискатель

Да. Н в метрах.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

А как получается размерность метр? Если так то в следующей формуле размерность метр не получается. Эти формулы от куда были взяты?

Соискатель

Я взял из стандартного учебника.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

А Вы разобрались в этих формулах? Они в дальнейшем участвуют где-то при получении основных результатов? Они используются в дальнейшем?

Соискатель

Нет, не используются.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Дальше применяете или не применяете?

Соискатель

Я только применяю формулы для оценки погрешности в определении высотно-скоростных параметров по известной девиации коэффициента давления.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Давайте остановимся на этом слайде. Вот левая картинка: тут у Вас зависимость относительной погрешности измерения скорости от девиации коэффициента давления получена путем расчета, как я понимаю. Я не вижу здесь никакого физического смысла в этом выступе отклонения от линейной зависимости. Поэтому судить о том, зависимость линейная нельзя. Точки на графике поставлены, а как выглядит величина абсолютной погрешности в этих точках? Может быть к этому надо стремиться?

Соискатель

Я взял данные формулы из научных публикаций.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Из Вашей или чужой публикации?

Соискатель

Есть типовые зависимости и потом я сам поставил значения девиации в формулу и рассчитал.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Откроем 14-ю страницу откроем. Тут у Вас разные режимы: верхний режим для ламинарного характера обтекания. Да? Коэффициент сходимости примерно в интервале от 1,4 до 1,6, а в тоже время при прочих режимов получается порядок от 0,9 до 1,1. Это почему так? Почему ламинарное течение дает такое значение k с порядком 1,5?

Соискатель

У нас модель k -epsilon дает результаты моделирования наиболее близкие к экспериментальным данным.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Я хочу знать почему верхняя кривая существенно выше остальных?

Соискатель

Потому, что она для ламинарного течения.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Ламинарное - это какое течение?

Соискатель

Это течение по каждому слою, при этом нет препятствия. Просто как обычно.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Ламинарный - это слоистый по латинскому. То есть у нас точки соответствуют скоростям как они есть, никакого перемещения нет, турбулентности нет. А почему получается больше k , я хочу знать, но Вы не объясняете.

Соискатель

Потому, что ламинарное течение дает очень большую погрешность при моделировании, а при выполнении эксперимента есть турбулентность.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

У меня еще заключительный вопрос. Вот работа ваша называется автоматизированным параметрическим синтезом приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей. Статическое давление, как я понимаю, не зависит от скорости, а динамическое давление зависит от скорости. Почему приемник статического давления, но для малых динамических давлений, для малых скоростей. Разве скорость влияет на статическое давление? Вот у Вас вертолет летит на какой-то высоте с относительной малой скоростью по сравнению с скоростью звука, примерно, 25, 65 м/с для человека много, для вертолета мало. Понятно, что динамическое давление разное будет, а статическое давление соответствует высоте полета стандартной атмосферы или ка-

кой-то другое. А у Вас получается, что-то как-то от другого зависит. Как это объясните?

Соискатель

У нас коэффициент давления – это погрешность восприятия статического давления, зависящая от скорости.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Коэффициент давления как вычисляется?

Соискатель

Коэффициент давления вычисляется по первой формуле на третьем слайде.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Это изменение коэффициента давления, а где сам коэффициент давления?

Соискатель

Вот коэффициент давления. На самом верху.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Хорошо. P_0 , V – давление и скорость набегающего воздушного потока; P_x – давление, воспринимаемое приемником воздушных давлений.

Значит у Вас получается коэффициент давления зависит и от статического и от динамического давлений или нет?

Соискатель

Еще раз, пожалуйста, вопрос.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

Коэффициент давления, как я видел отношение $\bar{p} = \frac{P_x - P_0}{\rho V^2 / 2}$ и в чем отличаются P_0 и $\rho V^2 / 2$?

Соискатель

$\rho V^2 / 2$ – это скоростной напор, значит динамическое давление. P_0 – статическое давление.

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

То есть набегающий поток имеет статическую составляющую?

Соискатель

Да, имеет.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

17-й слайд откройте, пожалуйста. Вы знаете, что я математикой почти всю жизнь занимаюсь. Но не понимаю, как можно получить эту формулу. Как Вы ее получили? Там огромное количество коэффициентов, эта же Ваша формула, которую Вы представляете как новую?

Соискатель

Да. Эту формулу я разработал.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Скажите, пожалуйста, как Вы получили такую огромную формулу?

Соискатель

Хорошо. Эта математическая модель разработана на базе математической теории планирования эксперимента. Здесь показан пример для двухфакторной модели. Число коэффициентов, которые включаются в модели, равно 2^n , где n число факторов. Например, здесь есть 2 фактора, поэтому число экспериментов равно 4. Все коэффициенты модели вычисляются по алгоритму Иэйтса. Это стандартная формула.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

А все это комбинированно и сложная модель получается? А коэффициенты – это что? При математическом моделировании с помощью ANSYS получается или как?

Соискатель

Да. Я моделировал приемники в ANSYS и получал для каждого эксперимента выходное значение и потом получал коэффициенты путем расчета. У меня было 7 факторов, поэтому количество коэффициентов равно 2^7 , значит 128. Но я отбросил несколько коэффициентов.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Ясно. Спасибо. А теперь еще плакат номер 4: правильно ли я понимаю, что Ваши основные исследования были связаны с непроточным ПСД?

Соискатель

Я параллельно занимаюсь обоими типами проточного и непроточного ПСД.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

А теперь Вы все время занимаетесь конфигурацией, структурой, формой этого датчика или прибора для измерения давления. Она у Вас фиксирована, то есть Вы не меняли форму? Меняли только параметры, правильно?

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Васильев К.К.

Вот у меня в связи с этим моментом возникает вопрос к Вам или может быть к Вашему руководителю. Это язык автоматизации параметров с помощью моделирования в ANSYS – просто автоматизация выбора параметров. Это система автоматизированного проектирования? То есть, по моему представлению, выбор оптимальных параметров – это оптимизация, ну я не знаю, может и проектирование, но не САПР. Как Вы считаете? Если это система автоматизированного проектирования то, что Вы разработали, или это просто автоматизация подбора параметров, которые уже заданы для конкретного датчика? Как Вы считаете?

Соискатель

Я считаю, что это автоматизированный процесс. Потому, что у меня разработана программа для нахождения сочетания геометрических параметров ПСД, скоростная характеристика которых удовлетворяет требованиям, назначения допусков на отклонение геометрических параметров. Это процесс основан на математической модели.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Опять 17-й плакат. Вы разработали математические модели, где автоматизированной величиной является давление и факторами влияния являются геометрические параметры датчиков, 7 факторов. Вы говорили, что использовали теорию планирования эксперимента. Она подразумевает обязательную проверку адекватности. Вы разработали математические модели в соответствии с экспериментальными данными. Вы ничего не говорили о проверке статистической значимости коэффициентов, то есть гипотеза отличается от нуля. Вы сделали эту работу? Коэффициенты Вы исключили, а как Вы исключили эти коэффициенты?

Соискатель

Хорошо, я понял ваш вопрос. Я проверил адекватность модели путем сравнения с экспериментальными данными.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Как Вы проверили статистическую значимость коэффициентов? По какому критерию?

Соискатель

У нас в этом случае нельзя использовать никакие критерии. Поэтому, что для каждого эксперимента будут получены одинаковые значения выходного параметра. У нас нет статистики.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Но это у Вас, а в общем в каждой точке факторов пространства должно быть несколько опытов для того, чтобы найти дисперсию единичного измерения. Вы это сделали?

Соискатель

Нет. Я скажу, как я исключил коэффициенты. Я сравнил разность значений коэффициента давления, полученных по исходной модели и по модели с выброшенными коэффициентами, с погрешностью эксперимента. С начала я выбросил самые маленькие коэффициенты модели. И так до тех пор, пока разность расчета коэффициента давления по моделям не достигла погрешности в экспериментальном определении коэффициента давления.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Самые маленькие коэффициенты, но они возможно значимы. Как Вы отбрасывали коэффициенты?

Соискатель

Я не просто взял самые маленькие коэффициенты и отбросил их. Я сравнил разность значений коэффициента давления рассчитанных по исходной модели и по модели с отброшенными коэффициентами с погрешностью эксперимента (0,05 скоростного напора).

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

То есть Вы выбросили коэффициенты и посмотрели что получается?

Соискатель

Да. Мы отбрасывали коэффициенты и сравнивали результаты расчета по исходной и по новой модели.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Но это не совсем по науке, по теории планирования эксперимента. Она жестко описывает то, что должно быть. Кстати, Вам ничто не мешало использовать критерии Стьюдента, Фишера для проверки статистической значимости коэффициентов. А у меня еще вопросы: Вы сделали оптимизацию модели – по сути оптимизировали коэффициенты, но по какому критерию? Какая была целевая функция? Что Вы хотели добиться подбором коэффициентов? Минимум отклонения погрешности или что?

Соискатель

Да. Минимум погрешности по разности значений коэффициента давления между исходным моделью и моделью с выброшенными коэффициентами.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Минимум отклонения погрешности от конкретного одного эксперимента?

Соискатель

Я взял общую среднюю погрешность эксперимента для приемника (0,05).

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Но эта погрешность по одному конкретному эксперименту.

Соискатель

Это несколько экспериментов - это общая погрешность.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Сколько у Вас было экспериментов?

Соискатель

Было много, я взял их из научных отчетов.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Сколько Вы взяли? В каждой точке факторного пространства у Вас всего одно значение, поэтому не могли применить тот метод. Допустим, критерий Фишера.

Соискатель

Когда я занимался научными отчетами, там описана величина погрешности эксперимента, которую я и взял.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Но там указана погрешность для каждого значения, для каждого параметра геометрического. В Вашей модели один эксперимент?

Соискатель

Нет. У нас много экспериментов.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Значит Вы смогли проверить адекватность. У Вас много точек для каждой точки факторного пространства. Посмотрите какая нестыковка

получается. Численная адекватность для определенной операции, но в данной ситуации есть доверительные интервалы, доверительная вероятность, степень свободы, которая у Вас гигантская. Вы смогли проверить адекватность при учете степени свободы?

Соискатель

Когда я разрабатывал математические модели, я хотел использовать критерий Стьюдента. Но для этого требуется несколько повторов в каждой точке факторного пространства, а у меня по программе во всех точках факторного пространства получаются одни и те же значения. Для набора статистики требуется иметь несколько значений.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Если брался один опыт, то почему Вы считали его удачным? Вы взяли 1 опыт, поэтому его не с чем сравнивать. Может быть он был неудачным?

Соискатель

Потому, что когда я моделировал ПСД в ANSYS несколько раз при одинаковых параметрах, условиях моделирования получается одно и тоже значение коэффициента давления. Я уже попробовал.

Д.т.н., профессор Ташлинский А.Г.

Понятно, но в таблице один столбец y , а не много. Если один, то один эксперимент, то есть один опыт.

Соискатель

Да.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Открывайте 9-й слайд, где цель работы. Теперь смотрите у Вас в заголовке работы стоит для малых дозвуковых скоростей. Какие скорости у Вас?

Соискатель

Скорость до 70 м/с.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Вы классифицировали так. Эта какая авиация?

Соискатель

Для вертолета, для беспилотных летательных аппаратов.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Сможем мы сказать граничные оценки при самых малых и при самых высоких значениях скорости из диапазона, который Вы назвали, или вы только 7 м/с взяли и все?

Соискатель

Нет. Я несколько скоростей брал, конечно.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Какие рекомендации я дам конструктору по выбору геометрических параметров приемников на нижнюю или верхнюю границу? Можно сказать это? Изменения какие будут?

Соискатель

Рекомендации по выбору геометрических параметров для всего диапазона скорости.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

То есть Вы взяли средние, так я понимаю, между нижней и верхней границами? Но вот летают аппараты малой авиации, есть подъемная скорость, посадочная скорость, есть тангаж, поворот с креном и т.д. Датчик Ваш показывает все эти параметры, которые пилот должен получить, для того, чтобы правильно водить судна, так? Я спрашиваю будут ли изменения на нижнюю границу движения воздушного судна?

Соискатель

Я занимался девиацией коэффициента давления, связанной с погрешностью в определении высотно-скоростных параметров. Рекомендации по выбору геометрических параметров, при которых девиация коэффициента давления будет уменьшаться.

Д.т.н., профессор Курганов С.А.

Вы ставили задачу - уменьшения времени проектирования. Откройте 17-й плакат. В тоже время Вы приводите и используете самое неэффективное алгебраическое выражение, то есть развернутое выражение. В результате у Вас здесь максимальное число операций. Если, скажем, свернуть это выражение, оно уменьшится раза 2 раза или больше. Я там смотрел V_0 на H_0 , если их вынести за скобки, у Вас при вычислениях сразу на 34 операции станет меньше. Почему Вы используете именно развернутое выражение? Во общем как это использовать?

Соискатель

Эта математическая модель для расчета коэффициента давления. С этой моделью разработана система, позволяющая подбирать геометрические параметры.

Д.т.н., профессор Курганов С.А.

Понятно. Но то, что Вы развернули ее, Вы увеличили число операций умножения и сложения. Зачем это нужно разворачивать? Вы убрали развернутое, получили аккуратную формулу. Я думаю, что раз 2,5 будет меньше формулы и число операций во сколько ждате меньше? Вы же не один раз выражение используете. У Вас уже там оптимизация идет, постоянно используете эту формулу. Там, наверное, сотни раз экономить будут.

Соискатель

Нет. Здесь у нас можно сэкономить время синтеза. По сути того, что я сделал, это сократить число опытных макетов при проектировании ПСД. Значит этим можно сэкономить время изготовления опытного макета. Я показал пример длительности и стоимости проектирования ПСД. Здесь показано число итераций для изготовления макетов. На пример, по предлагаемому процессу синтеза с использованием методики и системы, которые я разработал, требуется число опытного макета только 1. А если по существующему процессу синтеза – число опытного макета больше чем 2-4 итерации.

Д.т.н., профессор Курганов С.А.

То есть сократить время на макет?

Соискатель

Да. Сократить время процесса проектирования.

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Откройте, пожалуйста, 30-й слайд. В таблице геометрических параметров ПСД. Соответственно 4 ПСД. Геометрические параметры откуда взяты? Почему такие параметры приемников?

Соискатель

Эти я взял как типовые значения при моделировании.

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Никакой систематичности нет. Для конфузора Вы взяли 40, 45, 50, 55?

Соискатель

Конфузор, диффузор – это для проточных ПСД, а это для ПСД с наружной профилированной поверхностью. Здесь существуют два типа ПСД.

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Я понял, что Вы выбирали более типовые случаи. Хотел понять, случайно ли выбрали Вы геометрические параметры приемника или по какой-то системе подбора?

Соискатель

Это для назначения допусков. Я исследовал коэффициенты A_1 , A_2 , A_3 , A_4 . Потом мы посмотрели как они влияют на коэффициент давления.

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Давайте мы посмотрим 33-й слайд. Смотрите здесь самые интересные рекомендации разработчику по выбору геометрических параметров. Вы анализировали достаточно большое количество рекомендаций и они достаточно сложные. Вы противоречия анализировали? Допустим 7-я рекомендация «Допуски на угловые размеры могут быть менее жесткими, так как влияние углов сужения конфузора и раскрытия диффузора на девиацию коэффициента давления значительно меньше, чем диаметров отбора давления, входа и узкой части» и 8-я рекомендация «Допуск на изменение угла раскрытия диффузора должен быть минимальным». С моей точкой зрения какое-то противоречие есть?

Соискатель

У нас общие рекомендации. Сейчас я посмотрю. Для седьмой рекомендации мы сравнили влияние угловых параметров с влиянием линейных параметров. А для 8-й рекомендации мы сравнили влияние между самыми угловыми параметрами, значит мы сравнили влияние между двумя углами: сужения конфузора и открытия диффузора.

Д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

У меня вопрос о программе, по которой у Вас производится автоматизация вашего параметрического синтеза. Что это была за программа? На каком языке программирования Вы ее сделали? Как Вы предполагаете использовать эту программу? Она будет использована в качестве какой-то САПР? Поясните свою работу по программе.

Соискатель

Программа написана на языке C#. Программа позволяет решить несколько задач: расчет коэффициента давления; нахождение геометрические параметров приемников, которые удовлетворяют требованиям технического задания; назначение допусков на отклонение геометрических параметров по двумя способам: наилучшего случая и статических испытаний.

Д.т.н., профессор Ярушкина Н.Г.

Хорошо. У Вас программы самостоятельно используются или они потом используются еще с какими другими программами?

Соискатель

Программы можно использовать самостоятельно.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет) .

Согласны ли члены Совета сделать технический перерыв? (Нет) .
Тогда продолжаем работу.

Слово предоставляется научному руководителю работы **к.т.н. Ефимову И.П.**

Уважаемый председатель, уважаемые члены диссертационного совета.

В этом случае сложилась такая ситуация, что к сожалению соискатель явно переволновался с начала доклада – была проблема с языком. Лучше он докладывал когда он выступил на НТС. Я с начала хотел дать некоторую характеристику соискателю, а потом пояснить некоторые моменты по диссертации. Я давно знаю Лыу Конг Кiem. Он почти 10 лет у нас, с начала в бакалавриате, потом в магистратуре. И соответственно я стал его руководителем в аспирантуре. Все время Кiem был таким старательным студентом. Он с отличием закончил бакалавриат и магистратуру. Он очень хорошо владеет математическим аппаратом, хорошо знает математику. Достаточно исполнительен. В ходе выполнения диссертации он свои идеи и предположения высказывал. В общем достаточно редко встречаются люди с такой высокой работоспособностью. Это подтвердилось на всем протяжении обучения в аспирантуре, в котором выполнялась диссертация. Он может работать без перерыва, большую работу сделал, касающуюся не только диссертации, просто не все полученные результаты мы включили в диссертацию. А теперь немного по работе: вопрос возник по получению математических моделей. Значит тут идея такая: можно проводить обычные физические эксперименты, мы же проводим эксперименты в соответствии с теорией планирования эксперимента но на компьютере. Моделирование в Ansys каждый раз при одинаковых данных дает один и тот же один результат, поэтому статистику не набирали. Сравнение на адекватность производилось следующим образом. Соискатель брал из научных публикаций отчеты, был отчет ЦАГИ, он брал скоростные характеристики приемников статического давления и сравнивал с результатами моделирования приемников по своими моделями. И таким образом он приводил оценку полученных моделей на адекватность. По поводу рекомендаций справедливы ли они для какой-то конкретной скорости и для всех диапазона скоростей. Девиация коэффициента давления оценивалась на всем диапазоне скоростей от минимальной до максимальной. И соответственно по углам скоса потока от 0 до 30 градусов, поэтому данная оценка производилась для всего диапазона. Теперь по поводу громоздкого выражения. Модель в таком виде была получена в соответствии со строгой математической теорией планирования эксперимента, некоторые коэффициенты выбросили. На скорость расчета это не повлияло. Сейчас скорость действия компьютера такая, что задача синтеза, которую он сделал, но она решается даже с такой развернутой моделью очень быстро. Компьютер решает задачу синтеза примерно за 10 минут. Соответственно такой практический результат позволяет действительно автоматизировать этот процесс. Необходимость синтеза обуславливается потребностью адаптации изделия к конкретной задаче, к конкретным летательным аппаратам, к ме-

сту установки на борту. Разные места установки, разные летательные аппараты – разные конфигурации приемников, которые требуется разрабатывать. И в общем подтверждается необходимость работы тем, что внедрены результаты работы в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения».

(Отзыв прилагается).

Председатель

Ученому секретарю Совета предоставляется слово для оглашения заключения организации, где выполнялась работа и отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа. Затем зачитывает отзыв ведущей организации.

(Заключение и отзыв прилагаются).

Председатель

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва, все они положительные. Согласны ли члены Совета заслушать обзор отзывов или зачитать их полный текст?

Слово для обзора отзывов, поступивших на диссертацию, предоставляется **Ученому секретарю Совета**.

Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов.

(Отзывы прилагаются).

1. Публичное акционерное общество «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина» (ПАО «НПО «Алмаз», г. Москва)

Отзыв подписан руководителем департамента научно-образовательной деятельности, доктором технических наук, профессором Алдошиным В.М.

Замечания:

- В главе 2 отмечено, что «разработана методика математического моделирования зондовых средств восприятия статического давления с наружной и внутренней поверхностями...». В то же время описание данной методики отсутствует;

- К сожалению, в разделе «Основные результаты работы» автореферата не приведены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

2. ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары

Отзыв подписан директором Алатырского филиала ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», кандидатом технических наук, доцентом Пичугиным В.Н.

Замечания:

- В автореферате диссертации не представлена структура предлагаемого автоматизированного процесса параметрического синтеза ПСД;

- В автореферате представлена формулы без приведения значений расчетных коэффициента, например, формулы 2, 3 и 4.

3. ПАО «Корпорация «Иркут», г. Москва

Отзыв подписан руководителем отдела квалификации комплектующих изделий, кандидатом технических наук Романовым Ю.В.

Замечание:

- В автореферате диссертации не представлено в явном виде алгоритмическое обеспечение автоматизированного процесса параметрического синтеза ПСД;
- В автореферате не представлены в достаточном объеме результаты сравнения расчетов значений коэффициента давления ПСД полученных непосредственно средствами САПР и с использованием полученного автором корректирующего уравнения;
- Из содержания автореферата не совсем понятно, как реализован предлагаемый автором автоматизированный процесс параметрического синтеза рассматриваемых в диссертации приемников статического давления.

4. Федеральный научно-производственный центр акционерное общество «Научно-производственное объединение «Марс» (ФНПЦ АО «НПО «Марс», г. Ульяновск)

Отзыв подписан главным научным сотрудником, доктором технических наук Ивановым А.К.

Замечания:

- Не указаны порядок построения математических моделей, область их применения (диапазон изменения геометрических параметров приемников в процессе перебора вариантов, при котором разработанная модель будет обеспечивать требуемую точность).
- Не определено место рекомендаций разработчику, изложенных в третьей главе, в автоматизированном процессе параметрического синтеза приемника (глава 4).
- Не описан ряд терминов, важных для понимания автореферата (вариационный ряд приемников, коэффициент сходимости, коэффициент давления и т. д.).

Председатель

Слово для ответа на замечания по заключению и отзывам предоставляется соискателю.

Соискатель

Я полностью согласен с замечаниями.

Есть замечание по дальнейшим перспективам. Я хочу добавить по этому направлению дальше. По моему плану есть дальнейшие направления, например, проектирование ПСД с отбором давления с диффузора, разработка датчики скорости на базе ПСД, работа по улучшению системы обогрева и т.д.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту - **д.т.н. Солдаткину Владимиру Михайловичу.**

Уважаемый председатель, уважаемые члены диссертационного совета. Мне очень приятно снова видеть вас по поводу защиты соискателя кафедры, которую представлял Мишин Валерий Алексеевич, долгое время идеологом работ был Николай Николаевич Федоров. Я очень давно сотрудничаю с этой кафедрой с заведующим которой.

То есть что я хотел сказать, на что направлено это. Сегодня приемник воздушных давлений проектируют без САПР, то есть из опытов работы конструктора с учетом требований технического задания выбирается размер и изготавливается образец, затем он проверяется. Потом изготавливается новый и так далее. Цель работы – избавиться от таких шагов процесса проектирования приемника, а именно из таких соображений сделать рекомендации, выбрать конкретный параметр приемника и может быть один раз проверить соответствие. Цель работы не увеличение быстродействия самой САПР, а ускорение создания вариантов приемника для нового объекта. Надо создать объект с новым уровнем. Сегодня новый самолет создается, но возникает новая задача – изменение диапазона скоростей и снова надо эту процедуру создания нового приемника пройти. В этом заключается актуальность работы. Она действительно уменьшает не время синтеза, а время проектирования новых вариантов приемника статического давления. Сегодня все системы измерительных вычислительных информационных параметров требуют подключения к таким приемникам. Приемник статического давления – это главный приемник, потому, что приемник полого давления гораздо проще с точки зрения организации. Теперь я обязан сказать по содержанию работы. Работа содержит 4 главы, введение, заключение и список литературы. Я не буду раскрывать содержание каждой главы я хочу сказать одну фразу, то есть каждый вывод и результат каждой главы доверен и аргументирован. Работа проделана большая. Хочу обратить внимание на один момент, исходным данным для проведения этой работы является комплексный опыт результатов аэродинамических экспериментов. Эксперименты выполнялись в Ульяновском конструкторском бюро приборостроения, которое много сделало в разработке данного вопроса. Соискателем проработаны вопросы выбора геометрических параметров приемников и допустимых их отклонений от номинальных значений. Приведены рекомендации по выбору геометрических параметров приемников на первоначальном этапе проектирования. Значительное внимание уделено уменьшению девиации коэффициента давления приемников. Величина коэффициента давления характеризует качество приемника. Она показывает отличие воспринимаемого статического давления от идеального давления. При нулевом обтекании любой приемник воспринимает неискаженное статическое давление. Цель работы – уменьшить величину искажения статического давления. В процессе работы теоретические положения подтверждались экспериментами. В Ульяновском бюро приборостроения используют такой же подход при построении новых приемников. Теперь научная новизна. Изучение материалов диссертации и опубликованных работ автора показывает, что в диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

1. Научно-обоснованный подход и методика моделирования проточного ПСД с внутренней рабочей поверхностью для восприятия статического давления набегающего воздушного потока и ПСД с наружной профилированной рабочей поверхностью с отверстиями для восприятия статического давления набегающего потока, позволяющие проводить исследование их характеристик современными средствами автоматизированного проектирования ANSYS;

2. Математические модели проточных ПСД и ПСД с наружной профилированной наружной рабочей поверхностью и контурами компенсации девиации воспринимаемого статического давления, позволяющие проводить расчет коэффициента давления ПСД и его девиации при изменении

скорости и угла скоса набегающего воздушного потока и высоты полета (плотности воздуха);

3. Имитационное моделирование и модельные скоростные и угловые характеристики вариационного ряда ПСД с наружной профилированной и внутренней обтекаемыми рабочими поверхностями, которые являются научно-методической базой для автоматизированного синтеза и проектирования приемников статического давления самолетов и вертолетов с уменьшенным значением девиации коэффициента статического давления, обусловленной изменением скорости и угла скоса набегающего воздушного потока и высоты полета.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке методического, математического, алгоритмического и программного обеспечения автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления с внутренней и наружной рабочими поверхностями и рекомендации разработчикам ПСД самолетов и вертолетов по выбору конструктивных параметров, допусков и качеств изготовления по обеспечению требований, регламентированных Нормами летной годности.

Основные положения и выводы, полученные в диссертационной работе являются обоснованными и аргументированными. Достоверность полученных результатов базируется на построении адекватных математических моделей, использование для моделирования характеристик приемников современных широко используемых программных пакетов, сравнении результатов моделирования с экспериментальными данными, полученными на аттестованном оборудовании профильного предприятия и подтверждающих адекватность моделей и результатов моделирования.

Полученные научные и практические результаты внедрены в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» и в учебный процесс ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

По теме диссертации опубликованы 20 печатных научных работ, из них 5 работ опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, в изданной монографии (в соавторстве), получены 4 авторских свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность) по пункту 3.

Диссертация и автореферат изложены техническим грамотным языком. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

По работе имеются следующие замечания:

1. Не сформулирована научная задача исследования, но раскрываются направления ее решения (частные задачи).

2. Нет четкой регламентации рабочих диапазонов изменения скорости и угла скоса набегающего воздушного потока, а также возможных границ геометрических параметров ПСД в процессе синтеза.

3. Хотя целью диссертационной работы является повышение эффективности процесса параметрического синтеза ПСД, в работе не приводится расчет показателей эффективности предлагаемого процесса синтеза.

4. Некоторые рисунки, например, рис. 1.6 и 1.11, – не очень четкие, что затрудняет их восприятие.

5. В работе имеют место ошибки в оформлении формул, например, в формуле (1.18) при переносе не указан знак математической опера-

ции. Текст диссертации содержит орфографические ошибки, например, на стр. 9, стр. 36 и др.

Диссертация Лыу Конг Кием является целостной завершенной научно-квалификационной работой. Поставленная цель работы достигнута. Полученные автором новые научные и практические результаты имеют существенное значение для науки и практики автоматизированного проектирования бортовых систем измерения высотно-скоростных параметров самолетов и вертолетов. Диссертация соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемых к кандидатам диссертациям, а ее автор Лыу Конг Кием, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность).

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

Я в общем согласен полностью с замечаниями оппонента.

Я хочу добавить, что затруднительно дать четкий показатель эффективности процесса синтеза ПСД. Потому, что процесс синтеза ПСД сложный и нелинейный.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту – **к.т.н. Сорокину Михаилу Юрьевичу.**

Добрый день. Работа понятная и достаточная актуальная. Вообще приемников воздушных давлений очень много. Когда поступает техническое задание конструктора выбрать приемник из существующих. А если он не подходит, то нужен новый приемник. Этому и посвящена работа. Соискатель предложил математические модели и способ как можно эти модели использовать и автоматизировать процесс разработки необходимого приемника. В целом задача актуальная и соискатель пытал ее решить таким образом. По поводу содержания достаточно, на мой взгляд, все написано. Во введении указывается суть задачи исследования, приведены научная новизна, практическая значимость результатов работы. В четырех главах последовательно и на мой взгляд достаточно грамотным языком описан весь ход исследования, полученные результаты. Все полученные результаты, на мой взгляд, подтверждены тем, что соискатель пытается постоянно сравнивать эти результаты с данными экспериментальных исследований. Все результаты привязаны к достаточно типовым значениям геометрических параметров для имеющихся приемников. Дальше что хотелось бы отметить, то новизну, что было получено в процессе исследования соискателем, то что он предложил методику моделирования приемников, да это очень актуальная на мой взгляд опять таки актуальная методика, то есть она позволяет в едином процессе моделирования в одинаковых условиях провести проектирование приемника. Самое главное, что исключается влияние лишних воздействующих факторов на полученные результа-

ты. Иначе полученные результаты не будут соответствовать данным экспериментальных исследований. Соискатель предложил математические модели, что является большим подспорьем для конструкторов, которые занимаются проектированием приемников. То, что соискатель прилагает уже готовые скоростные любопытные характеристики приемников статического давления, которые он получил по результатам своих модельных исследований также может помочь конструкторам. На счет практической значимости. Об этом уже достаточно подробно рассказал предыдущий. Перед кондуктором стоит достаточно сложная задача – выбор необходимого приемника, который удовлетворяет требованиям по погрешности в определении высотно-скоростных параметров. Следует отметить, что полученный соискателем научно-технический задел, можно использовать для выбора необходимого приемника, который будь удовлетворяет требованиям технического задания. А по поводу апробации результатов работы уже достаточно было сказано, я хочу подтвердить, что количество публикаций соответствует требованиям положения о присуждения ученой степени (количество опубликованных печатных работ из перечня ВАК, общее число публикаций). По содержанию. На мой взгляд, содержание полностью отражает объем исследования. Представленные в диссертации полученные результаты полностью отражают решение поставленной научной задачи. Основные результаты сопровождаются ссылкой на источники, в первую очередь, конечно на авиационные ГОСТы, стандарты на атмосферу, гипсометрические таблицы и т.д. В автореферате также на мой взгляд полностью отражены положения исследования. Теперь замечания. Тут конечно многие замечания уже были озвучены. Но я хотел бы озвучить свои замечания. Во-первых, не обозначены пределы применения разработанных математических моделей приемников статического давления по углам скоса потока. То есть здесь я хотел сказать, что у каждого объекта применения есть свои диапазоны по скоростям, по углам. К сожалению, я не видел в работе диапазона применения разработанных математических моделей. Дальше не обосновано исследование приемников в области малых скоростей на больших высотах (более 6000 метров), то есть исследование проведено для высот не более 6000 метров, но на данный момент с такими скоростями на таких высотах ни один объектов не летает. Третий недостаток состоит в том, что предложенная программа не имеет возможности задавать именно местные значения давления и углов скоса потока. Каждый объект должен куда-то устанавливаться и в этом месте возникает местный угол скоса потока. Эти искажения хорошо было бы учесть. Это замечание, конечно, можно соискателю рассмотреть при дальнейшей работе. На мой взгляд, это несколько усложняет для конструктора решение задачи проектирования приемника. Дальше, конечно, есть опечатки в работе. На мой взгляд это не существенно. И одно из самых таких больших замечаний, можно сказать, что не приведено основание выбора математической модели в виде полинома и не показана погрешность аппроксимации примененных полиномов. Тут, конечно, можно много обсуждать, на сколько оправдано применение данных полиномов или таких моделей. Соискатель выбрал такую модель. В диссертации нет обоснования выбора именно такой модели. В целом считаю, что обозначенные замечания не уменьшают ценности проведенных исследований и полученных результатов. Соискатель подготовил работу, которая обладает единством изложения, написана автором самостоятельно, и решает актуальные задачи. Полученные результаты достоверны, обладают науч-

ной новизной и практической значимостью. Апробация работы проведена в соответствии с принятыми нормами. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.12. Считаю, что представленная работа отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней. И считаю, что ее автор, Лыу Конг Кием, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

Я с замечаниями оппонента согласен полностью.

Председатель

Кто хочет выступить?

Д.ф.-м.н., профессор Браже Р.А.

На свои вопросы я вразумительных ответов не получил, на вопросы коллег я тоже не услышал достаточные аргументированные ответы. В целом выступление было можно сказать неудачным. Хотя слабое выступление на защите еще не показатель плохой работы. Работа очень хорошая, но ее надо еще уметь доложить. В этом еще нашему соискателю надо над этим работать. Надо ли присуждать ученую степень за эту работу. Исходим из положений ВАК к кандидатской диссертации. Достаточно решена научная задача, имеющая важное значение для определенной области знания. В данном случае эта задача автоматизации синтеза приемников статического давления, имеет значение для мало скоростной авиации, включая сельхозавиацию, вертолеты, беспилотники, что весьма актуально в свете сегодняшних событий. Если раньше такие многопрофильные приемники давления конструировали можно искать методом «тыка». Исходя из интуиции конструктора получалось что-то, удовлетворяющее техническом заданию. А сейчас появилась модель, появилась система автоматизированного синтеза этого элемента авиационного приборостроения. Это очень хорошо. То, что эта работа актуальна, говорит большое число публикации автора в журналах, рекомендуемых ВАК, 4 авторских свидетельства на программные продукты, соучастие в написании монографии, большое количество докладов на возможных научных конференциях. То есть если говорить о формальных требованиях ВАК, работа более тем достойна. Исходя из отзывов оппонентов, эта диссертация будет безусловно полезна специалистам, занимающимся вопросами создания приемников статического давления. Я буду голосовать «за» при присуждении данной работе степени кандидат технических наук, ее автор заслуживает присвоения степени кандидата технических наук по заявленной специальности.

Д.т.н., доцент Киселев С.К.

Представление диссертации на данную тематику естественно для нашей кафедры. Я заведующий кафедрой, где выполнялась сегодняшняя работа. Работа регулярна рассматривалась на кафедре, затем мы ее несколько раз оценивали на научно-техническом совете. Можно сказать, что материал, который соискатель наработал, действительно очень интересный, очень объемный. В процессе научной экспертизы работа даже прошла переквалификацию. То есть первоначально они готовили с руководителем эту работу по одной специальности. Но потом, при дискуссии на кафедре, по сути работы пришли к выводу, что большее количество научных результатов получено по другой специальности, по САПР, по которой она и представляется сегодня. И тот материал, который наработал Лью Конг Кием, позволил ему достаточно в короткие сроки переработать диссертацию под новую специальность. Так что на остальных экспертизах, которые проходили, по специальности эти вопросы уже не возникали. Нужно сказать, что эта переквалификация работы по отзывам, полученным от оппонентами от ведущей организации, была правильной. А я тоже считаю, что все научные результаты, которые получены в этой диссертации, достаточны для получения степени, на которую претендует соискатель. Хотя должно быть отмечено то, что научный руководитель говорил: очень большая работоспособность соискателя. Нужно сказать, что достаточно редко мы слушаем кандидатскую диссертацию, материал, полученной в которой, служил бы основой для монографии. Также положительно можно характеризовать полученные автором научные результаты. Да, я тоже согласен с тем, что представление диссертации наверно было не совсем удачным. Я думаю члены НТС, которые здесь присутствовали на заседании, знали, что на НТС он докладывал лучше, чем сегодня. Было сильное волнение у соискателя, которое, наверное, объяснимо. В данном случае я не сомневаюсь, что диссертация достойна того, на что она претендует, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Д.т.н., профессор Гладких А.А.

Я получил достаточные разъяснения от соискателя и его научного руководителя вопроса о ограничениях в применении математических моделей. Но менястораживает связка слов «самолет» и «вертолет». Дело в том, что это разные воздушные суда, на разных принципах полета. На вертолете несущий винт создает вертикальные нисходящие воздушные потоки, которые вносят свою погрешность в восприятие статического давления. Этого я не услышал в работе. На 10-й странице автореферата «... для всех скоростей набегающего воздушного потока...». Как это связано с вертолетом я не услышал. Но это, вероятно, в перспективе работы нашего соискателя. Я буду голосовать «за». Работа конечно достойна хорошая и надо будет обратить внимание на вот эти тонкие моменты. Потому, что конструктор работает с тонкими частными моментами и эти тонкие моменты могут привести к катастрофе. Тут можно вспомнить обледенение трубки Пито на самолете, из-за чего он врезался в землю. Кажется, это в Москве было. Спасибо за внимание.

Д.т.н., профессор Негода В.Н.

Я решение свое по голосованию принимаю на основе двух обстоятельств. Задача перед соискателем стояла сложная, она находится на стыке физики, прикладной математики и дальше самолетостроения. Это во-первых. Во-вторых у меня 10 лет назад был такое столкновение с проектом определения взлетно-посадочных параметров для воздушного борника. В этом проекте мне пришлось натолкнуться на этот ГОСТ 44-01, в котором приведены параметры стандартной атмосферы. Я вам скажу, что это больше 150 страниц таблиц. Это просто таблицы, где точность чисел до 4-5 знаков после запятой. И вот второе обстоятельство, почему я буду голосовать «за». Программист, задействованный в этом проекте, был вынужден решать серьезную задачу - создавать базу данных этих всех значений и получать номограммы, для вычисления параметров атмосферы. И когда я сказал, вы что, забыли про аппроксимацию. Вы получаете формулу, на основании которой можно вести дальнейшие расчеты. В этом плане я понимаю соискателя, что он делал. Он через ANSYS получил формулу. Это вызвало неприятие. А то, что сделал соискатель, это попытки по сути перехода к нормальному цивилизованному достаточно наукоемкому процессу проектирования. И он это сделал прежде всего. Поэтому я буду голосовать «за».

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

Председатель

Я тогда тоже добавлю очень краткое замечание тоже как члены диссертационного совета, которые работают по специальности автоматизация проектирования. Коллеги, мы конечно привыкли к частным работам по автоматизации проектирования, которая затрагивает значительную долю жизненного цикла проектирования изделия. И где уделяется большее внимание на генерацию документации на автоматизацию определенных элементов или разделов. Это генерирование технической документации конструкторской и технологической. Но и с начала системы автоматизации проектирования всегда содержали первый этап работы с основным запуском будущего изделия. Даже был такой термин «облик». Поэтому мне кажется, что эта работа, она для определенного класса изделий, формируют свои основные параметры, которые задают геометрическую форму. И тем самым мы сможем говорить, что идет речь об автоматизации на первом этапе формирования каждого изделия замысла или облика изделия. И иногда данный этап определяет успех формирования изделия в целом. Кроме этого не все можно спроектировать комплексированием из уже ранее созданных изделий или типовых компонентов, поэтому хотим мы это или нет для того, чтобы мы изготавливали технические системы, нам необходимо проектировать вот именно таким образом, начиная с самого замысла. Поэтому мне хотелось бы обратить внимание присутствующих именно на данный аспект автоматизации проектирования. Я в целом поддерживаю работу. Все формальные параметры непосредственно выдержаны и мы увидели действительно добросовестное отношение соискателя к своей работе, и есть объективные причины того, чтобы представленную работу считать успешной. Коллеги, я думаю, что мы утвердим работу. Спасибо.

Соискателю предоставляется заключительное слово.Соискатель

Да. Спасибо. Я хочу выразить благодарность, во-первых, руководителю. Он всегда мне помогает безусловно, когда работает с мной он очень сильно помог мне, мы понимали друг друга, работали результативно.

Во-вторых я хочу выразить благодарность нашей кафедре «ИВК». При кафедры все преподаватели, сотрудники очень добрые. Тоже всегда помогали мне преодолевать трудности: оформление документов, получение информации. И вот отдельная благодарность нашему заведующему кафедрой.

В-третьих я хочу выразить благодарность нашему университету. Наш университет дал мне возможность учиться, знакомиться с студентами из разных стран. Он дает мне не только знание, а еще многое другое.

И конечно я хочу выразить благодарность председателю, всем членам диссертационного совета. Конечно, я несколько не удачно отвечал на вопросы. Я сильно волновался и у меня есть некоторые проблемы с русским языком.

Председатель

Переходим к голосованию. Прошу ученого секретаря организовать голосование.

Ученый секретарь организует голосование.

Председатель

Прошу ученого секретаря озвучить результаты тайного голосования.

Ученый секретарь

Оглашает итоги тайного голосования.

(Протокол тайного голосования прилагается).

Председатель

Прошу проголосовать за утверждение протокола тайного голосования.

Кто за? (Все)

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Протокол утверждается.

Таким образом, на основании результатов тайного голосования (за - 17 , против - 0) диссертационный совет Д212.277.04 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Льву К.К.** содержит новые решения по автоматизированному параметрическому синтезу приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей, диссертация соответствует требованиям,

предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Льу Конг Кием** ученую степень кандидата технических наук по специальностям **05.13.12**.

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Льу К.К.** Есть предложение принять его за основу. Нет возражений? (Нет). Принимается.

Какие будут замечания, дополнения к проекту заключения?

(Обсуждение проекта).

Председатель

Есть предложение принять заключение в целом с учетом редакционных замечаний. Нет возражений? Принимается единогласно.

Заключение объявляется соискателю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФГБОУ «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕР-
СИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 14.09.2022 № 14

О присуждении **Льу Конг Кием**, гражданину Социалистической республики Вьетнам, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автоматизированный параметрический синтез приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей» по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность) принята к защите 22.06.2022 (протокол заседания № 8) диссертационным советом Д 212.277.04, созданным на базе «Ульяновский государственный технический университет» (432027, г. Ульяновск, ул. Северный венец, д. 32) №678/НК от 18.11.2020.

Соискатель **Льу Конг Кием** 23 ноября 1992 года рождения. В 2018 году соискатель окончил магистратуру в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». Диссертация выполнена на кафедре «Измерительно-вычислительные комплексы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Ефимов Иван Петрович**, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», доцент кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы».

Официальные оппоненты:

Солдаткин Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский техни-

ческий университет им. А.Н. Туполева – КАИ», г. Казань, профессор кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества;

Сорокин Михаил Юрьевич, кандидат технических наук, АО «АЭРО-ПРИБОР-ВОСХОД», г. Москва, начальник отдела по науке и инновационному развитию

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева – УИ ГА», г. Ульяновск, в своем положительном отзыве, подписанном Антоном Иваном Васильевичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Авиационная техника», утвержденном ректором Института, кандидатом военных наук Африкантовым Николаем Николаевичем указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая посвящена решению важной научной задачи и содержит значимые научные и практические результаты.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

Общий объем опубликованного материала составляет 346 страниц, авторский вклад – 184 страниц. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертационной работе отсутствуют.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Лыу Конг Кием. Моделирование проточных приемников статического давления в ANSYS / Лыу Конг Кием, И. П. Ефимов // Автоматизация процессов управления. – 2019. – № 4. – С. 97-104 (лично соискателем – 5 страниц).

2. Лыу Конг Кием. К вопросу повышения точности измерения высотно-скоростных параметров в системах автоматизированного управления летательными аппаратами / Лыу Конг Кием, И. П. Ефимов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2020. – № 4. – С. 25-32 (лично соискателем – 5 страниц).

3. Лыу Конг Кием. Назначение допусков на геометрические параметры проточных приемников воздушных давлений с применением метода статистических испытаний / Лыу Конг Кием, И. П. Ефимов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2020. – № 7. – С. 17-23 (лично соискателем – 4 страницы).

4. Лыу Конг Кием. К вопросу о влиянии скоса потока на коэффициент давления проточного приемника статического давления / Лыу Конг Кием, И. П. Ефимов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2021. – № 1. – С. 15-21 (лично соискателем – 4 страницы).

5. Лыу Конг Кием. Математическая модель для расчета девиации коэффициента давления проточных приемников статического давления, обусловленной скосами набегающего воздушного потока / Лыу Конг Кием, И. П. Ефимов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2021. – № 7. – С. 55-60 (лично соискателем – 5 страниц).

6. Лыу Конг Кием. Исследование проточных приемников статического давления / Лыу Конг Кием, И. П. Ефимов, Май Суан Дык, А. С. Кузнецов. – Ульяновск: УлГТУ, 2022. – 262 с (лично соискателем – 130 страниц).

На диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва: все отзывы положительные, из них – 0 без замечаний, в 4 отзывах имеются замечания.

1. В отзыве научного руководителя Департамента научно-образовательной деятельности ПАО «НПО «Алмаз», доктора технических наук, профессора Алдошина В.М. (г. Москва) имеются замечания о том, что в главе 2 отмечено, что «разработана методика математического моделирования зондовых средств восприятия статического давления с наружной и внутренней поверхностей...». В то же время описание данной методики в автореферате отсутствует, а также о том, что в разделе «Основные результаты работы» автореферата не приведены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

2. В отзыве директора Алатырского филиала ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», кандидата технических наук, доцента Пичугина В.Н. (г. Чебоксары) имеются замечания о том, что в автореферате диссертации не представлена структура предлагаемого автоматизированного процесса параметрического синтеза ПСД, а также о том, что в автореферате представлены формулы без приведения значений расчетных коэффициентов, например, формулы 2, 3 и 4.

3. В отзыве руководителя Отдела квалификации комплектующих изделий ПАО «Корпорация «Иркут», кандидата технических наук Романова Ю.В. (г. Москва) имеются замечания о том, что не представлено в явном виде алгоритмическое обеспечение автоматизированного процесса параметрического синтеза ПСД, не представлены в достаточном объеме результаты сравнения расчетов значений коэффициента давления ПСД, полученных непосредственно средствами САПР и с использованием полученного автором корректирующего уравнения, а также о том, что не совсем понятно, как реализован предлагаемый автором автоматизированный процесс параметрического синтеза приемников статического давления, рассматриваемых в диссертации

4. В отзыве главного научного сотрудника ФНПЦ АО «НПО «Марс», доктора технических наук Иванова А.К. (г. Ульяновск) имеются замечания о том, что не указаны порядок построения математических моделей, область их применения (диапазон изменения геометрических параметров приемников в процессе перебора вариантов, при котором разработанная модель будет обеспечивать требуемую точность), не определено место рекомендаций разработчику, изложенных в третьей главе, в автоматизированном процессе параметрического синтеза приемника (глава 4), а также о том, что не описан ряд терминов, важных для понимания автореферата (вариационный ряд приемников, коэффициент сходимости, коэффициент давления и т. д.).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, научными достижениями и наличием публикаций в соответствующей отрасли науки.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан процесс автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления для малых дозвуковых скоростей, позволяющий снизить затраты времени и материальных средств на проектирование данных устройств;

предложена методика параметрического синтеза приемников статического давления;

доказана перспективность использования предлагаемых технических решений для повышения эффективности процесса синтеза приемников статического давления;

введены и обоснованы рекомендации разработчику по выбору геометрических параметров приемников статического давления и допустимых их отклонений от номинальных значений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказаны** составляющие автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления, который основывается на исследовании авторских математических моделей приемников.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** математический аппарат для построения интерполяционных моделей приемников статического давления;

изложены основные научные положения и рекомендации, позволяющие снизить временные и материальные затраты на проектирование приемников статического давления минимум в два раза;

раскрыты основные ограничения существующего процесса синтеза приемников статического давления, основанные на изготовлении и испытаниях опытных макетов и на моделировании приемников в САПР без использования математических моделей приемников и рекомендаций по выбору геометрических параметров приемников и допустимых их отклонений от номинальных значений;

изучено влияние геометрических параметров приемников статического давления на девиацию их коэффициента давления, обусловленную изменением параметров набегающего воздушного потока;

проведена модернизация процесса синтеза приемников статического давления с целью уменьшения затрат времени и материальных средств на проектирование данных устройств.

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

разработаны и внедрены для приемников воздушных давлений для вертолетов в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения» рекомендации разработчику по выбору геометрических параметров приемников статического давления при разработке модификаций приемника воздушных давлений с аэродинамической компенсацией, рекомендации по назначению допустимых отклонений геометрических параметров приемников от их номинальных значений при разработке конструкторской и технологической документации на определенные модификации приемников с аэродинамической компенсацией, математические модели приемников статического давления при проведении НИР, связанных с разработкой перспективных приемников воздушных давлений для вертолетов. Это повышает эффективность процесса исследования и разработки приемников воздушных давлений для вертолетов, главным образом, за счет сокращения количества изготавливаемых макетов приемников статического давления и их аэродинамических испытаний;

определены границы применимости предлагаемых математических моделей и реализованного на их основе процесса параметрического синтеза приемников статического давления;

созданы и использованы в нескольких учебных курсах бакалавриата и магистратуры направления «Приборостроение» Ульяновского государственного технического университета математические модели и программное обеспечение синтеза приемников статического давления;

представлены предложения по дальнейшему повышению степени автоматизации процесса синтеза новых приемников статического давления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты подтверждены вычислительными экспериментами и результатами практического применения в АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения»;

теория построена на известных проверенных научных данных, которые в полной мере согласуются с ранее опубликованными данными по теме диссертационного исследования;

идея базируется на анализе и обобщении передового опыта и практических исследований ряда российских и зарубежных ученых по теме диссертации;

использовано сравнение авторского процесса автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления и традиционного процесса синтеза в части снижения затрат времени и материальных средств на проектирование данных устройств;

установлено качественное соответствие авторских результатов с результатами исследований сторонних авторов по теме диссертационного исследования;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации – в частности: математический аппарат для построения регрессионных математических моделей; моделирование с использованием широко распространенной САПР ANSYS.

Личный вклад соискателя состоит в: анализе существующих математических моделей и процесса синтеза ПСД, получении рекомендаций разработчику, разработке математических моделей ПСД, разработке методики и системы автоматизированного параметрического синтеза, формулировке выводов. Все основные исследования проведены лично автором либо при его непосредственном участии.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания – не приведены числовые оценки повышения эффективности процесса синтеза приемников статического давления за счет внедрения предлагаемых соискателем решений.

Соискатель Лыу Конг Кием согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию: синтез приемников представляет собой сложный итерационный процесс, поэтому трудно оценить затраты времени и материальных средств на его реализацию, но предлагаемый процесс синтеза предполагает изготовление и испытания только одного опытного макета приемника вместо нескольких макетов, как это имеет место при реализации традиционного процесса, при этом следует учитывать, что затраты времени и материальных средств на разработку документации, изготовление макета и его аэродинамические испытания разнятся в зависимости от фирмы – разработчика изделия.

На заседании 14.09.2022 диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи разработки автоматизированного параметрического синтеза приемников статического давления с внутренней и наружной профилированными поверхностями, присудить Лыу Конг Кием ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 3 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет.

Защита окончена. Есть ли замечания по процедуре защиты? (Нет).
Поздравляет соискателя с успешной защитой. Благодарит членов
совета и всех участников за внимание.

Заседание объявляется закрытым.

Председатель Совета
профессор



Н.Г. Ярушкина

Ученый секретарь Совета
Доцент

А.М. Наместников