

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

члена-корреспондента РАН, доктора физико-математических наук

Бойко Андрея Владиславовича

на диссертационную работу

Чернышева Ивана Леонидовича

на тему:

«Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолетов»,

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов

1. Актуальность темы исследования

Диссертационная работа И.Л. Чернышева посвящена решению важной научно-технической проблемы — разработке методов аэродинамического проектирования скоростных дозвуковых крыльев гражданских самолетов. **Значимость** представленной диссертационной работы определяется ключевой ролью гражданской авиации в развитии транспортной инфраструктуры России, особенно в условиях обширной территории страны и необходимости обеспечения связности регионов. **Актуальность** исследования обусловлена растущими требованиями к топливной эффективности авиационной техники, необходимостью снижения экологического воздействия авиации на окружающую среду и активным развитием авиастроительной отрасли в России. Мировые тенденции в развитии гражданской авиации в целом также свидетельствуют о повышении объема пассажирских перевозок, увеличении требований к экологичности авиационной техники и усилению потребности в автоматизации и цифровизации процессов проектирования.

Таким образом **практическая ценность** работы состоит в формировании фундаментальных основ для дальнейшего развития отечественных технологий проектирования гражданских самолетов, создания конкурентоспособных авиационных комплексов и оптимизации аэродинамических характеристик самолетов.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа И.Л. Чернышева направлена на выработку научно обоснованных подходов, направленных на повышение эффективности аэродинамического проектирования, сокращение времени разработки и улучшение эксплуатационных характеристик перспективных самолетов. Соответственно практическая ценность подтверждается разработкой методики проектирования с учетом ламинаризации и конкретных компьютерных программ, в которых реализованы предложенные автором алгоритмы, расширением банка данных перспективных крыльев и новых аэродинамических компоновок для различных типов ЛА.

В методологическом плане И.Л. Чернышев использует комплексный подход, сочетающий современные методы вычислительной аэродинамики, в том числе оптимизационные алгоритмы проектирования, и экспериментальные исследования в аэродинамических трубах для валидации полученных результатов. Также в работе учтены современные требования к проектированию и международные стандарты. Таким образом, **обоснованность научных результатов** обеспечивается использованием верифицированных методов расчета, многоуровневой системой проверок и тестов, в том числе проведением сравнительного анализа оптимизационных алгоритмов.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертационная работа И.Л. Чернышева представляет собой законченное исследование, все разделы которой последовательно раскрывают поставленные задачи, а выводы вытекают из проведенного анализа. **Достоверность исследования** обеспечивается комплексом методологических, вычислительных и экспериментальных подходов, использованных в диссертационной работе, а также многочисленными публикациями в рецензируемых профильных журналах. В диссертации применяются современные методы вычислительной аэродинамики, которые ранее широко использовались в научных исследованиях. Результаты расчетов сопоставлены с данными экспериментов, проведенных в специализированных аэродинамических установках, и подтвердивших адекватность разработанных моделей и алгоритмов. Выполнен анализ

чувствительности моделей к изменениям параметров, что позволяет минимизировать возможность систематических ошибок и повышает надежность результатов. По результатам работы получено 16 патентов на изобретения, что подтверждает практическую реализуемость и техническую обоснованность предложенных решений.

Научная новизна исследования заключается в разработке нового многорежимного гибридного генетического алгоритма, позволяющего оптимизировать аэродинамические характеристики крыльев в различных режимах полета; сравнительном анализе оптимизационных алгоритмов на базе реальных целевых функций, что позволило выявить их сильные и слабые стороны; создание новых сверхкритических крыльев для актуального диапазона чисел Маха, расширяющие возможности проектирования скоростных дозвуковых самолетов; разработке методики проектирования с учетом ламинаризации.

4. Соответствие диссертации и автореферата требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Представленная диссертация и автореферат И.Л. Чернышева соответствует установленным требованиям к специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов, а полученные результаты соответствуют поставленной цели и задачам. Оформление диссертации удовлетворяет требованиям ВАК. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

5. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы

В целом диссертационное исследование Чернышева И.Л. демонстрирует высокий уровень научной обоснованности, новизны и практической значимости. Во введении к диссертации автор приводит информацию о своем ключевом личном вкладе в разработку рассматриваемой им научной проблемы. Личный вклад И.Л. Чернышева подтверждается прямым авторством в научных публикациях и выступлениями на многочисленных конференциях.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенности, подтверждение публикаций автора

Диссертация И.Л. Чернышева содержит совокупность новых научных результатов и положений в соответствии с заявленными целью и задачами и имеет внутреннее единство. Ее оформление соответствует требованиям, устанавливаемым Министерством образования Российской Федерации. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 16 статьях в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях из перечня ВАК в течение 2002-2025 годов, а также представлены в материалах 30 различных всероссийских и международных конференций и симпозиумов по специальности диссертанта за тот же период.

7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом

Содержание диссертации И.Л. Чернышева отражает и систематизирует значительный объем проделанных диссертантом исследований, изложенных в его публикациях по разрабатываемой теме. Эти комплексные исследования включают в себя глубокую проработку темы аэродинамического проектирования, включая теоретическую и экспериментальную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне с применением широкого арсенала современных методов. В диссертации содержатся решения заявленных целей создания новых оптимизационных методов проектирования аэродинамических компоновок дозвуковых гражданских самолетов и разработки крыльев как для самолетов классической схемы, так и нетрадиционных схем в диапазоне актуальных крейсерских чисел Маха. Выносимые на защиту результаты диссертации — новые, а работа в целом имеет выраженную практическую значимость. Материал хорошо структурирован, рисунки информативны, список литературы корректен и полон, изложение материала соответствует требованиям научной этики и стиля.

В представленной работе я не нахожу принципиальных недостатков: она обладает высоким уровнем научной проработки и значимостью полученных результатов. Тем не менее, определенные недостатки, на которых следует остановиться отдельно, присутствуют.

1. В разделе 1.5 автор пишет «Рассмотрим основные особенности работы наиболее широко используемого варианта ГА» - имело бы смысл привести здесь ссылку или

ссылки, например на *сравнительные* обзоры, подтверждающие его широкое использование по сравнению с другими вариантами.

2. В конце раздела 1.7 автор пишет «В целом гибридный генетический алгоритм мало отличается от обычного генетического алгоритма». Если понимать эту фразу буквально, то это противоречит заявленной научной новизне работы: «разработан новый многорежимный гибридный генетический алгоритм...» Нужно пояснить, что автор имел в виду.
3. Отсутствует анализ альтернатив генетическим и градиентным алгоритмам (если их нет, то это нужно было бы отметить особо), их универсальности и масштабируемости. Четкая математическая постановка и детали реализации градиентного и генетического алгоритмов, применяемых автором, отсутствуют.
4. В главах 2, 3 и 4 приводятся описания методик проведения экспериментальных исследований и их результатов. Однако во вводной части диссертации использованные АДТ и в целом экспериментальные методы не были характеризованы с точки зрения их соответствия целям и задачам диссертации. Например, читателю может быть непонятно почему работы выполнялась в разных АДТ: T-102, T-106M, T-128. Насколько единообразными и обоснованными были методы исследований с использованием различных лабораторных моделей? Как выполнялись калибровки оборудования, какая точность результатов? Как вариант, было бы уместно привести ссылки на соответствующие методические работы других авторов и пояснить их в тексте.
5. Несмотря на фундаментальный характер работы, имело бы смысл привести простейшие оценки затрат на внедрение разработанных решений и их экономической эффективности.

Замечания технического плана:

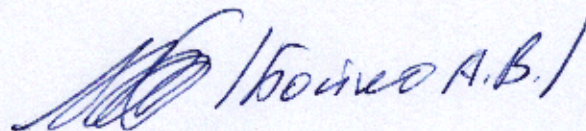
1. Рисунок 4 во введении и рисунки 4.2, 4.3 отсканированы в плохом качестве.
2. Зачем две формулы в разделе 1.7 пронумерованы? Я не нашел ссылок на них в тексте.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Таким образом, диссертационная работа Чернышева И.Л. является законченным научным исследованием, в котором решены важные научно-технические задачи в области аэродинамического проектирования. Результаты работы имеют существенное значение для развития авиационной техники. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Я, Бойко Андрей Владиславович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Бойко Андрей Владиславович,
член-корреспондент РАН,
доктор физико-математических наук
(01.02.05 — механика жидкости, газа и плазмы),
Главный научный сотрудник лаборатории
Аэрофизических исследований дозвуковых
течений Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
теоретической и прикладной механики им. С.А.
Христиановича Сибирского отделения
Российской академии наук (ИТПМ СО РАН)



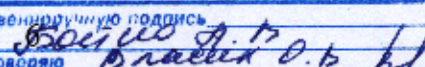
Контактная информация:
ИТПМ СО РАН
Институтская 4/1, Новосибирск 630090
Официальный сайт в сети Интернет: <http://www.itam.nsc.ru/>
Факс (383) 330-72-68

Телефон (383) 330-42-68

E-mail: boiko@itam.nsc.ru

03.02.2026



Собственноручную подпись
удостоверяю 
Зав. канцелярией Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича Сибирского отделения
Российской академии наук 04.02.2026

Отзыв

официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Исаева Сергея Александровича на диссертацию Чернышева Ивана Леонидовича «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолетов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов

Актуальность диссертационной работы. Тематика актуальная и заключается в апробации известных и создании новых оптимизационных методов применительно к задаче проектирования аэродинамических компоновок дозвуковых гражданских самолётов и разработке на базе данных методов и экспериментальной верификации ряда крыльев большого удлинения для самолётов классической схемы, и крыльев для компоновок нетрадиционных схем в диапазоне крейсерских чисел Маха $M=0.78\div 0.92$. Работа согласуется с Перечнем основных направлений технологической модернизации РФ (5. Стратегические информационные технологии, включая вопросы создания суперкомпьютеров и разработки программного обеспечения). Проблематика диссертации находится в русле приоритетных направлений развития науки, технологий и техники РФ (5. Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы, включая автономные транспортные средства) и связана с разработкой критических технологий РФ (14. Транспортные технологии для различных сфер применения (море, земля, воздух), в том числе беспилотные и автономные системы). Следует отметить, что работа выполнена в известной российской научной школе ЦАГИ. Таким образом, представленную диссертацию можно признать актуальной.

Научная новизна работы несомненна. Безусловно, она имеет фундаментальное и прикладное значение. Оппонент согласен с диссертантом в оценке научных достижений работы.

1. Разработан новый многорежимный гибридный генетический алгоритм, позволяющий за счёт эффективной организации двухуровневых по сложности вычислений добиться общего сокращения временных затрат приблизительно в три раза.
2. Показано, что генетические алгоритмы целесообразно применять для поиска окрестности глобального оптимума, особенно в многокритериальных задачах.
3. Даны рекомендации по применению известных и разработанных автором теоретических методов оптимизации к реальным задачам аэродинамического проектирования.
4. Разработаны новые сверхкритические крылья с приемлемыми для реального конструирования формой в плане, стреловидностью и относительной толщиной для диапазона повышенных чисел Маха $M=0.88\div 0.92$.
5. Впервые в отечественной практике разработаны компоновки скоростного крыла с учётом влияния близко расположенных мотогондол большой степени двухконтурности при

$M_{\text{КРЕЙС}}=0.83\div 0.85$, которые подтвердили заявленные высокие аэродинамические характеристики в условиях АДТ.

6. Предложены аэродинамическая компоновка и два варианта скоростных крыльев малой стреловидности для административного самолёта с повышенным уровнем комфорта для пассажиров.

7. Оработана методика проектирования крыла с учётом естественной ламинаризации обтекания.

8. Предложена и обоснована аэродинамическая компоновка регионального самолёта с крылом малой стреловидности ($\sim \chi_{1/4}=15^\circ$) с мотогондолами двигателя, расположенными на верхней поверхности крыла с $M_{\text{КРЕЙС}}=0.78$.

Практическая значимость работы вполне убедительная.

1. Разработанные алгоритмы доведены до конкретных программ, которые рекомендуются к внедрению в КБ для практического проектирования крыльев перспективных дозвуковых ЛА.

2. Расширен банк данных перспективных крыльев для магистральных дозвуковых самолётов с высоким крейсерским числом Маха $0.85\div 0.92$, который может быть использован для выдачи предварительных рекомендаций на компоновку крыла перспективного ДМС.

3. Предложены аэродинамические компоновки ЛА нетрадиционных схем с $M_{\text{КРЕЙС}}=0.78\div 0.82$.

Она подтверждается 16 патентами на изобретения:

1. Болсуновский А.Л., Бузоверя Н.П., Чернышёв И.Л., Губанова М.А., Гуревич Б.И. АДМИНИСТРАТИВНЫЙ РЕАКТИВНЫЙ САМОЛЁТ. Патент на изобретение РФ №2382718, 2010.

2. Болсуновский А.Л., Бузоверя Н.П., Чернышёв И.Л., Губанова М.А., Гуревич Б.И. АДМИНИСТРАТИВНЫЙ РЕАКТИВНЫЙ САМОЛЁТ. Патент на промышленный образец РФ №74015, 2010.

3. Патент 2645557, Российская Федерация, МПК В64С 3/10, С1. Крыло летательного аппарата / Болсуновский А. Л. (RU), Бузоверя Н. П. (RU), Брагин Н. Н. (RU), Герасимов С. В. (RU), Скоморохов С. И. (RU), Чернышев И. Л. (RU), Янин В. В. (RU); заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ») (RU). – № 2016145042; заявл. 17.11.2016, опубл. 21.02.2018, Бюл. № 6. – 13 с.

4. Патент 2662595, Российская Федерация, МПК В64С 3/10, С1. Крыло летательного аппарата / Болсуновский А. Л. (RU), Бузоверя Н. П. (RU), Брагин Н. Н. (RU), Курилов В. Б. (RU), Скоморохов С. И. (RU), Чернышев И. Л. (RU), Губанова И. А. (RU); заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ») (RU). – № 2017132944; заявл. 21.09.2017, опубл. 26.07.2018, Бюл. № 2. – 12 с.

5. Патент 2662590 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузоверя Н.П., Герасимов С.В., Скоморохов С.И., Чернышев И.Л., Янин В.В., 2018г.

6. Патент 2693389 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Скоморохов С.И., Чернышев И.Л., 2019г.
7. Патент 2696681 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Герасимов С.В., Дунаевский А.И., Чернышев И.Л., 2019г.
8. Патент на изобретение №2717405 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Скоморохов С.И., Чернышев И.Л., Чернавских Ю.Н., 2020 г.
9. Патент на изобретение №2717412 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Пущин Н.А., Скоморохов С.И., Чернышев И.Л., 2020 г.
10. Патент на изобретение №27174160 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Герасимов С.В., Губанова И.А., Чернышев И.Л., 2020 г.
11. Патент на изобретение №2724015 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Сахарова А.И., Чернышев И.Л., Янин В.В., 2020 г.
12. Патент на изобретение №2749174 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Карась О.В., Чернышев И.Л., 2021 г.
13. Патент на изобретение №2772846 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Губанова И.А., Пущин Н.С., Чернышев И.Л., 2022 г.
14. Патент на полезную модель №216044 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Пущин Н.А., Чернышев И.Л., 2023 г.
15. Патент на полезную модель №216045 «Крыло летательного аппарата» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Курилов В.Б., Черный К.И., Чернышев И.Л., 2023 г.
16. Патент на полезную модель №216083 «Крыло летательного аппарата и его мотогондола» Болсуновский А.Л., Брагин Н.Н., Бузовера Н.П., Сахарова А.И., Слитинская А.Ю., Чернышев И.Л., 2023 г.

Апробация работы вполне достойная. Основные результаты выполненной работы опубликованы в 16 публикациях, из них 12 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве образования России. Издания отечественные. Среди них журналы Полет, Ученые записки ЦАГИ, Труды ЦАГИ, Математическое моделирование.

Высокая степень достоверности результатов справедливо определяется верификацией и валидацией математических моделей. Достоверность полученных расчетных результатов обеспечивается их согласованностью с экспериментальными данными.

Структура работы органичная. Она содержит 4 главы. 202 источника.

Диссертация оппоненту понравилась. Она интересно написана. Комплексная, трудовая, насыщенная красочным содержательным материалом. Все ее части подчиняются внутренней логике.

Хотелось бы отметить прорывной результат диссертации: расчётные и экспериментальные исследования компоновки перспективного широкофюзеляжного дальнемагистрального самолёта с $M_{КРЕЙС}=0.85$ подтвердили высокое аэродинамическое совершенство компоновки и проектную крейсерскую скорость полёта $M=0.85$.

Замечания.

1.Интересно сравнить разработанный двухуровневый генетический алгоритм оптимизации с зарубежными и иными аналогами по эффективности и точности.

2. Гибридный алгоритм оптимизации базируется на использовании панельных методов, реализованных в программах BLWF. Применим ли он для более сложных программных комплексов?

3. Каковы границы применимости разработанного гибридного двухуровневого алгоритма?

4. Каковы неопределенности экспериментальных измерений аэродинамических характеристик скоростных профилей, исследованных в главе 2?

5. Каково влияние на естественную ламинаризацию шероховатости крыльев административного самолета с каплевидным фюзеляжем?

Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием, представляющим крупный вклад в актуальный раздел аэродинамики летательных аппаратов. Диссертация И.Л. Чернышева «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолетов» безусловно удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК России к докторским диссертациям, в том числе соответствует п.п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), а Чернышев Иван Леонидович заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Официальный оппонент
Заведующий лабораторией фундаментальных исследований Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А.Новикова, доктор физико-математических наук по специальности 01.02.05 механика жидкости, газа и плазмы, профессор
Исаев Сергей Александрович
21 января 2026 года

isaev3612@yandex.ru 196210, СПб, Пилотов, 38, info@spbguga.ru, 9214045516

Подпись профессора Исаева С.А. заверяю

профессор по научной и чиновничьей работе
Г.А. Косичи



Отзыв официального оппонента
доктора технических наук, профессора
Калугина Владимира Тимофеевича
на диссертацию Чернышёва Ивана Леонидовича
«АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ
ДОЗВУКОВЫХ КРЫЛЬЕВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГРАЖДАНСКИХ
САМОЛЁТОВ»,

представленную на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена
летательных аппаратов.

Диссертационная работа Чернышёва Ивана Леонидовича посвящена разработке аэродинамически совершенных крыльев для перспективных компоновок самолётов как классической, так и нетрадиционных схем с трансзвуковыми скоростями крейсерского полета. Для выполнения этой задачи автором были разработаны и верифицированы новые и усовершенствованы известные оптимизационные методы проектирования аэродинамических компоновок гражданских самолётов, а также выполнен целый цикл исследований предложенных компоновок крыльев в аэродинамических трубах (АДТ).

Последние десятилетия были отмечены все возрастающими требованиями к лётно-техническим, экономическим и экологическим характеристикам гражданских самолётов, а именно повышению их топливной эффективности, уменьшению выбросов CO_2 и других парниковых газов в атмосферу и др. Для России с ее огромными просторами пассажирская авиация помимо экономической, играет еще и важную общественно политическую роль, связывая территории Сибири и Дальнего Востока с Европейским центром. Развитие отечественного гражданского авиастроения приобрело в последние годы особенно важную роль в связи с жестким санкционным давлением на нашу страну.

Таким образом, тема диссертации, безусловно, является актуальной, как с точки зрения развития аэродинамики летательных аппаратов, так и, в целом, развития гражданского самолетостроения в России.

Несомненным достижением соискателя являются разработка нового эффективного гибридного генетического алгоритма, а также рекомендаций по применению методов оптимизации к реальным задачам аэродинамического проектирования, что можно рассматривать как формирование единой научно-обоснованной методологии проектирования элементов аэродинамических компоновок на основе оптимизационных алгоритмов.

Применение созданной методологии позволило автору диссертации впервые в отечественной практике разработать сверхкритические крылья с приемлемыми для реального конструирования параметрами для диапазона чисел Маха $M=0.88\div 0.92$, а также компоновку скоростного крыла с $M_{КРЕЙС}=0.83\div 0.85$ с учётом влияния близко расположенных мотогондол. Заявленные высокие аэродинамические характеристики предложенных компоновок крыльев были подтверждены результатами испытаний в АДТ. Автором были разработаны оригинальная аэродинамическая компоновка административного самолёта с прямым крылом и с каплевидным фюзеляжем, позволяющая значительно повысить комфорт пассажиров и получить за счёт аэродинамической интерференции максимальную скорость полёта, соответствующую числам Маха $M=0.8\div 0.82$, а также компоновка перспективного регионального самолёта с крылом малой стреловидности $\sim 15^\circ$ ($M_{КРЕЙС}=0.78$) с расположенными над задней кромкой крыла двигателями.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 202 наименований, содержит 317 рисунков и 8 таблиц. Общий объём диссертации составляет 299 страниц. Построение диссертационной работы является логичным и стройным, что обеспечивает естественную взаимосвязь отдельных глав.

Во Введении дается достаточно подробный обзор по истории развития гражданской авиации, а также прямых, обратных и оптимизационных

расчетных методов. Обосновывается актуальность темы диссертации, формулируются цель и задачи исследований, определяется научная новизна работы, достоверность и практическая значимость результатов исследований, даётся представление о методах исследований, излагается краткое содержание диссертации и полученных результатов, приводятся положения, которые выносятся на защиту, сведения об апробации работы и публикациях, объём и структура диссертации.

В первой главе дается описание генетического алгоритма нулевого уровня, моделирующего естественный отбор в природе. Как и в живой природе, по мере эволюции, происходит приспособление качеств индивидов к внешним условиям, т.е. происходит улучшение характеристик отдельных объектов (профилей, крыльев и т.д.), растёт целевая функция в среднем и максимальная целевая функция. Генетические алгоритмы привлекательны тем, что при их применении не требуются вычисления производных целевых функций. Они устойчивы и допускают простое распараллеливание вычислений, позволяют избегать заикливания в локальных экстремумах. В то же время генетические алгоритмы требуют, как правило, больших вычислительных затрат при расчётах целевой функции, что снижает их привлекательность т.к. для их использования требуются быстрые прямые методы. Такие методы, как правило, не обладают достаточной точностью и могут применяться только для грубых оценок целевой функции (аэродинамических характеристик). Автором предложен оригинальный двухуровневый гибридный генетический алгоритм, в котором большая часть вычислений выполняется с помощью простейших прямых методов, а расчеты по точным, но затратным методам проводятся для проверки найденных оптимумов и коррекции моделей. В качестве различных уровней приняты расчеты по одному и тому же методу полного потенциала на грубой и мелких сетках, при этом быстродействие разработанного метода по сравнению с исходным увеличилось примерно в 3 раза. Исследуются вопросы сходимости и единственности получаемых оптимальных решений, а также проводится

сравнение различных оптимизационных алгоритмов на модельной задаче, максимально приближенной к реальной практике. Показано, что генетические алгоритмы в многокритериальных задачах целесообразно применять для поиска окрестности глобального оптимума, в то же время, при небольшом числе варьируемых параметров, возможно успешное применение градиентных алгоритмов оптимизации. Сформулированы рекомендации по применению существующих и вновь разработанных методов оптимизации при решении практических задач аэродинамического проектирования. Подчеркивается определяющая роль экспериментальных исследований при подтверждении достоверности результатов аэродинамического проектирования.

Вторая глава диссертации посвящена особенностям применения описанных в главе 1 оптимизационных методов при разработке перспективной аэродинамической компоновки и приведены примеры проектирования скоростных крыльев гражданских самолётов классической схемы с высоким числом Маха крейсерского полёта. Так, впервые в отечественной практике, для диапазона чисел Маха $M=0.88\div 0.92$ разработаны сверхкритические крылья с пригодными для реального конструирования формой в плане, стреловидностью и относительной толщиной. Заявленные высокие аэродинамические характеристики компоновок были подтверждены испытаниями в АДТ. Результатами выполненных расчетных и экспериментальных исследований было подтверждено также высокое аэродинамическое совершенство компоновки перспективного широкофюзеляжного самолета с $M_{\text{КРЕЙС}}=0.85$.

Глава 3 посвящена разработке оригинальной схемы небольшого реактивного административного самолёта повышенной комфортабельности с прямым крылом с относительной толщиной профилей $15\div 11\%$ и каплевидным фюзеляжем с максимальной скоростью полёта, соответствующей числам Маха $M=0.8\div 0.82$. Самолёты-аналоги с такой скоростью полёта имеют стреловидное крыло со стреловидностью не менее 25° . Использование

прямого крыла упрощает и облегчает конструкцию, позволяет получить высокие взлётно-посадочные характеристики при отсутствии предкрылка и обеспечивает естественную ламинаризацию обтекания поверхности.

В главе 4 описываются особенности проектирования скоростных крыльев умеренной стреловидности, и излагается методология проектирования крыльев с учетом применения концепции естественной ламинаризации обтекания. При этом ламинаризация верхней поверхности консольной части крыла перспективного регионального самолета позволяет снизить полное сопротивление на 4-5%. Разработанные сверхкритические крылья позволяют достичь $M_{\text{КРЕЙС}}=0.78$ при стреловидности 15° , что снижает весовые издержки и существенно снижает вероятность ламинарно-турбулентного перехода, обусловленного неустойчивостью поперечных течений.

В Заключение представлены основные выводы диссертационного исследования.

Обоснованность и достоверность научных выводов и рекомендаций подтверждается результатами исследований, выполненных с помощью проверенных практикой современных расчётных методов, сходимостью расчётных данных с результатами экспериментальных исследований в АДТ.

Практическая ценность результатов, полученных автором, заключается в реализации разработанных методов оптимизации как готовых для использования при проектировании перспективных самолётов конкретных компьютерных программ. Также большой практический интерес представляют предложенные компоновки крыльев для магистральных самолётов с высоким крейсерским числом Маха и аэродинамические компоновки скоростного административного самолёта нетрадиционной схемы. Результаты диссертационной работы использовались при проектировании самолётов CR-929, SSJ-Next, административного самолёта Аурус.

Полученные результаты базируются на большом объеме расчётных и экспериментальных исследований, проведенных лично автором и при его непосредственном участии.

Основные результаты диссертации опубликованы в 16 работах (из них 12 статей опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК) и защищены 16-ю патентами на изобретения, промышленный образец и полезные модели. Неоднократно докладывались на международных и Всероссийских конференциях.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации и достаточно полно отражает приведенный в ней материал.

В качестве замечаний отметим, что в рассмотренном диссертантом генетическом методе предложенный алгоритм, позволяющий определить конфигурацию крыльев для диапазона повышенных чисел Маха в трансзвуковом диапазоне, не рассматривает физические особенности их обтекания, не позволяет выявить влияние органов управления и конструктивных элементов на крыльях и т.д. Также не возможно анализировать структуры локальных сверхзвуковых течений на крыльях и воздействие скачков уплотнения на пограничный слой, приводящее к отрыву потока.

В материалах глав 4 и 5 хотелось бы видеть физические объяснения влияния конструктивных параметров компоновки на аэродинамику крыльев.

Диссертация Чернышёва И.Л. «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолётов» является научно-квалификационной работой, и, по мнению автора, на основании выполненных исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение - на основе оптимизационных алгоритмов сформирована научно-обоснованная методология проектирования элементов аэродинамических компоновок и опираясь на эту методологию, разработаны новые сверхкритические компоновки трансзвуковых скоростных крыльев

перспективных гражданских самолётов, что имеет важное научно-практическое значение для развития аэродинамики летательных аппаратов и, в целом, развития авиастроения России.

По своей актуальности, научно-практической значимости диссертация Чернышёва И.Л. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук согласно п. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 № 335, от 02.08.2016 № 748, от 29.05.2017 № 650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168), а её автор Чернышёв Иван Леонидович достоин присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12 – Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Заведующий кафедрой СМ-3
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
доктор технических наук,
профессор

Калугин
Владимир
Тимофеевич
10 февраля 2026 г.

Подпись д.т.н., профессора, заведующего кафедрой СМ3 заверяю

Декан Факультета
«Специальное
машиностроение» (СМ)
МГТУ им. Н.Э. Баумана



Луценко
Александр
Юрьевич
10 февраля 2026г.

Отзыв подготовил:

- Калугин Владимир Тимофеевич;
- Доктор технических наук (ДК № 000309), специальность 2.5.12 Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов, профессор баллистики и аэродинамики (ПР № 001834), заведующий кафедрой «Динамика

и управление полетом ракет и космических аппаратов» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана;

- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), кафедра «Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов»;

- Адрес: 105005, г. Москва, 2-ая Бауманская ул., д.5 стр.1

- Телефон: +7(499) 263-65-12

- Адрес электронной почты: kaluginvt@bmstu.ru

- 10 февраля 2026

-Согласен на обработку персональных данных

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'K. Kalugin', is written over the text 'Согласен на обработку персональных данных'.