

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора ФГБУН «ИПРИМ РАН»,
к.ф.-м.н.


С.И. Жаворонок

« 5 » февраля 2026 г.

Отзыв

на автореферат диссертации Чернышёва Ивана Леонидовича на тему
«Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых
крыльев перспективных гражданских самолётов», представленной на
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
2.5.12.-Аэродинамика и процессы теплообмена летательных
аппаратов.

Диссертационная работа И.Л. Чернышёва посвящена разработке новых и развитию известных и оптимизационных методов проектирования аэродинамических компоновок гражданских самолётов и разработке на базе этих методов и испытаний в аэродинамических трубах (АДТ) крыльев большого удлинения для самолётов классической схемы и крыльев для компоновок нетрадиционных схем с трансзвуковыми скоростями крейсерского полета.

Актуальность темы диссертации определяется возрастающими требованиями к лётно-техническим и экономическим характеристикам современных гражданских самолётов, в том числе к повышению их топливной эффективности, а также экологическими требованиями уменьшения выбросов CO_2 и других парниковых газов в атмосферу.

Среди наиболее значимых научных результатов, полученных автором, отметим следующие:

- разработан новый гибридный генетический алгоритм, позволяющий за счёт эффективной организации вычислений добиться общего сокращения временных затрат;
- выработаны рекомендации по применению методов оптимизации к реальным задачам аэродинамического проектирования. Генетические алгоритмы обладают тем преимуществом, что при их применении необходимы вычисления только целевых функций, а не их производных. Они устойчивы к шумам, допускают простое распараллеливание вычислений. В то же время, они могут быть вычислительно затратными. В диссертации показано, что генетические алгоритмы целесообразно применять в многокритериальных задачах для поиска окрестности глобального оптимума, в то же время при небольшом числе варьируемых параметров, возможно успешное применение градиентных алгоритмов оптимизации;
- разработаны новые сверхкритические компоновки крыльев с $M_{крейс}=0.83\div 0.85$ с учётом влияния близко расположенных мотогондол. Предложены аэродинамическая компоновка и два варианта скоростных крыльев малой стреловидности для административного самолёта. Разработана аэродинамическая компоновка регионального самолёта с крылом малой стреловидности;
- разработана методика проектирования крыла с естественной ламинаризацией обтекания.

Обоснованность и достоверность научных выводов и рекомендаций подтверждается применением автором верифицированных современных расчётных методов исследования, сходимостью расчётных данных с результатами экспериментальных исследований в АДТ.

Наибольшая практическая ценность результатов, полученных автором, на наш взгляд, заключается в том, что разработанные им методы оптимизации реализованы как конкретные вычислительные программы,

готовые для использования в КБ при проектировании крыльев перспективных самолётов. Предложены компоновки крыльев для магистральных самолётов с высоким крейсерским числом Маха $0.85 \div 0.92$, которые могут быть использованы для выдачи предварительных рекомендаций на компоновку крыла перспективного дальнемагистрального самолёта (ДМС). Предложены 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 (или) 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 и полезные модели. Неоднократно докладывались на Всероссийских и международных конференциях.

В качестве замечания отметим, что в автореферате отсутствуют какие-либо сведения об используемых автором вычислительных программах BLWF 31, BLWF 56 и обратном методе TRAWDES-II. Имеется ряд опечаток.

В целом, насколько можно судить по автореферату, диссертационное исследование Чернышёва И.Л. на тему «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолётов» является научно-квалификационной работой, в которой разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, а именно разработана научно обоснованная методология применения оптимизационных алгоритмов к задачам проектирования элементов аэродинамических компоновок, и на основе этой методологии предложены новые сверхкритические компоновки трансзвуковых скоростных крыльев перспективных гражданских самолётов,

что имеет важное научно-практическое значение для развития аэродинамики и, в целом, развития авиационной промышленности России.

По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости диссертация Чернышёва И.Л. на тему «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолётов» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук согласно п. 9-14 «Положение о присуждении учёных степеней», а ее автор Чернышёв Иван Леонидович достоин присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.12 – Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.



Бошенятов Б.В.

Бошенятов Борис Владимирович – д.т.н., главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт прикладной механики Российской академии наук (ИПРИМ РАН), 125040, Москва, Ленинградский пр-т, д.7, стр. 1

Телефон: +7(916) 697-8083

Адрес электронной почты: bosbosh@mail.ru

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»,

д.т.н., доцент
Иванов Андрей Владимирович
«9» _____ 2026 г.
ОТЗЫВ



на автореферат диссертации Чернышёва Ивана Леонидовича
«Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев
перспективных гражданских самолётов» на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и
процессы теплообмена летательных аппаратов.

Работа посвящена важной проблеме апробации известных и созданию 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 состоит из двух частей – теоретической и практической. В первой части диссертант описывает генетический алгоритм оптимизации, который стал весьма популярен в мировом сообществе последнее время. Одним из главных недостатков генетического алгоритма – это огромные временные затраты. Решением этой проблемы диссертант предложил двухуровневую схему вычислений, где основные вычисления ведутся приближёнными методами, а точные методы используются лишь для корректирования полученных результатов. Такая схема позволила сократить временные затраты примерно в три раза, при этом не потеряв не потеряв информации о существовании глобального экстремума.

Практические задачи проектирования являются многокритериальными. В таких задачах, как правило, существует целый набор оптимальных неувлучшаемых решений (векторов), которые составляют Парето-фронт. Знание топологии Парето-фронта позволяет проектировщику получить количественные оценки компромисса между различными критериями и выбрать наилучшее решение. Достоинством генетического алгоритма является также то, что на его основе, путем изменения критериев селекционного давления, Парето-фронт может быть определен без существенного увеличения объема вычислений. Автору удалось достигнуть этого путем использования процедуры ранжирования индивидов, основанной на Парето-доминировании.

На основе проведенного анализа существующих и вновь разработанных теоретических методов оптимизации автором выработаны рекомендации по их применению в реальных задачах аэродинамического проектирования. Так, показано, что при небольшом числе варьируемых параметров, целесообразно применять градиентные алгоритмы оптимизации, применению же генетических алгоритмов следует отдать предпочтение при поиске глобального оптимума во многокритериальных задачах. Эти результаты диссертации являются интересными и актуальными как с научной, так и с практической точки зрения.

Безусловным достоинством работы является то, что разработанные алгоритмы реализованы автором в пакете вычислительных программ.

В настоящее время ощущается недостаток надежных данных по скоростным крыльям, рассчитанным на числа Маха крейсерского полета $M_{\text{КРЕЙС}}=0.83\div 0.95$, которые могли бы быть использованы КБ при проектировании перспективного дальнемагистрального самолета.

Автором диссертации восполнен этот пробел.

Для полного покрытия интересующего диапазона скоростей было спроектировано ряд крыльев с расчетными числами Маха крейсерского полета $M_{\text{КРЕЙС}}=0.85\div 0.92$.

В первой части второй главы спроектированы тематические крылья с расчётными числами крейсерского числа Маха $M_{\text{КРЕЙС}}=0.87\div 0.88$ и $M_{\text{КРЕЙС}}=0.91\div 0.92$ с приемлемыми для реального конструирования формой в плане, стреловидностью и относительной толщиной.

На основании проведенных автором расчетов были изготовлены тематические модели ДМС. Эти модели испытаны в АДТ Т-106МЦАГИ. В целом результаты экспериментальных исследований подтверждают заявленные высокие аэродинамические характеристики предложенных компоновок.

Во второй части второй главы спроектированы крылья для двухдвигательной модификации самолета ИЛ-96 и перспективного широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета с крейсерской скоростью полета $M_{\text{КРЕЙС}}=0.83\div 0.85$. Испытания в АДТ Т-128 показали, что крылья, спроектированные при помощи разработанной методики, значительно превосходят крылья предыдущих поколений. Так, крыло для двухдвигательной модификации самолета ИЛ-96 при той же стреловидности и приблизительно той же относительной толщине сечений позволяет достичь крейсерскую скорость $M_{\text{КРЕЙС}}=0.83\div 0.84$ с повышенным на $\Delta K \approx 1.5\div 2.0$ аэродинамическим качеством по сравнению с базовой компоновкой, рассчитанной на $M_{\text{КРЕЙС}}=0.8$ (самолёт ИЛ-96-400).

Отдельно изучена проблема увеличения сужения перспективных стреловидных крыльев, которое благоприятно для снижения веса конструкции и увеличения внутренних объемов под топливо. Показано, что можно получить приемлемые характеристики сваливания во всем диапазоне скоростей, если ограничить интенсивность отрыва из-под скачка на консольной части проектируемого крыла.

В третьей главе предложена аэродинамическая компоновка небольшого реактивного административного самолёта с каплевидным фюзеляжем, позволяющая значительно улучшить комфорт пассажиров и получить за счёт благоприятной аэродинамической интерференции максимальную скорость полёта, соответствующую числам маха $M=0.8\div 0.82$ на прямом крыле с относительной толщиной профилей $15\div 11\%$. Самолёты-аналоги с подобной 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 четвертой главе рассмотрены компоновки скоростных крыльев умеренной стреловидности для перспективного регионального малолетного самолёта, предложена методология аэродинамического проектирования крыла с учётом естественной ламинаризации обтекания. Автору расчётно-экспериментальным путем удалось продемонстрировать возможность достижения крейсерского числа полета $M_{\text{КРЕЙС}}=0.78$ при уменьшенной стреловидности ($\chi^{1/4} \sim 15^\circ$), ранее при такой стреловидности крыла было возможным достижение $M_{\text{КРЕЙС}}=0.74$. Кроме того, показано, что при установке двигателей над задней кромкой крыла можно получить уровень аэродинамического совершенства не хуже, чем для аналогичной классической компоновкой с двигателями под крылом. Подобная установка двигателей позволяет снизить шум на местности за счет экранирования воздухозаборника. Кроме того, методика проектирования была дополнена блоком, учитывающим несущие характеристики крыла при малых скоростях ($M=0.2$). Благодаря этому удалось достичь рекордных значений $C_{y_{\text{max}}}=1.75$ для крыльев магистральных самолетов.

Замечания:

В качестве замечания можно отметить следующее:

- нет пояснений по формулам, которые используются для расчета аэродинамического качества;
- в автореферате не приведено сравнений экспериментальных и расчетных аэродинамических характеристик.

Высказанные замечания не умаляют достоинства работы. В целом диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области аэродинамического проектирования компоновок дозвуковых гражданских самолётов. Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, на актуальную тему, отличается новизной и практической ценностью и полностью соответствует требованиям ВАК, а ее автор, Чернышёв Иван Леонидович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Отзыв подготовил: к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры 106
«Аэродинамика, динамика и управление летательных аппаратов» Попов
Сергей Александрович. Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры
106 « 23 » января 2026 г., Протокол № 106-25/26-08
Результаты голосования: За – 21 , Против – нет, Воздержались – нет.

Доцент кафедры 106,
к.ф.-м.н., доцент



Попов С.А.

Заведующий кафедрой 106,
д.т.н., профессор



Ефремов А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»

Адрес организации: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4.

Сайт организации: <https://mai.ru>

email: mai@mai.ru

Телефон: 8(499)158-43-36

Факс: 8-(499)-158-29- 77

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический
университет гражданской авиации»
по научной работе и инновациям,
доктор технических наук, профессор



Воробьев В.В.

« 27 » января 2026 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чернышёва Ивана Леонидовича
«Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых
крыльев перспективных гражданских самолётов»,
представленной на соискание ученой степени доктора
технических наук по специальности 2.5.12 – «Аэродинамика и
процессы теплообмена летательных аппаратов».

В настоящее время прогресс в части совершенствования аэродинамических характеристик гражданских воздушных судов (ВС), необходимый для удовлетворения постоянно ужесточающихся требований ИКАО и национальных регуляторов, достаточно скромнен и исчисляется несколькими процентами. Достигается указанный прогресс использованием все более сложных методов аэродинамического проектирования, включающих, в том числе, численные методы расчета аэродинамических характеристик и способы задания геометрии профиля и крыла, и обеспечивающих быстрый анализ большого количества различных проектных вариантов с выбором оптимального из них по одному или нескольким критерием. Поэтому диссертационная работа Чернышёва Ивана Леонидовича «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолётов», направленная на создании новых оптимизационных методов применительно к задаче проектирования аэродинамических компоновок дозвуковых гражданских самолётов и разработке на базе данных методов и экспериментальной верификации крыльев большого удлинения для самолётов классической схемы, для

компоновок нетрадиционных схем в диапазоне крейсерских чисел Маха 0.78-0.92, является актуальной.

Научная новизна представленной диссертации заключается, в первую очередь, в том, что автором усовершенствованы теоретические основы методов аэродинамического проектирования, используемых в ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, что обеспечило трехкратное повышение их эффективности в части вычислительных затрат и позволило разработать новые сверхкритические крылья для повышенных чисел Маха (0.88...0.92), а также новые компоновки скоростного крыла ($M_{\text{крейс}}=0.83\div 0.85$). Кроме того, следует отметить результаты автора, в части проектирования аэродинамической компоновки административного самолёта с каплевидным фюзеляжем, обеспечившим рост комфорта пассажиров при заданных высоких летно-технических характеристиках.

Достоверность положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается, в том числе, удовлетворительным совпадением полученных автором теоретических результатов с результатами полунатурного моделирования, а также с известными результатами, полученными ранее другими авторами.

Практическая значимость работы заключается в том, что внедрение ее результатов обеспечит возможности снижения сроков и стоимости, повышения качества аэродинамического проектирования новых отечественных самолетов транспортной категории.

К недостатку работы можно отнести размытое по пунктам как автореферата, так и диссертации описание разработанных автором методологии применения оптимизационных алгоритмов к задачам проектирования элементов пространственных аэродинамических компоновок современных самолётов транспортной категории с трансзвуковыми скоростями крейсерского полета, а также многорежимного гибридного генетического алгоритма, что затрудняет восприятие диссертации.

В целом, несмотря на отмеченный недостаток, представленная диссертация является законченной научной-квалификационной работой, имеющей научную ценность и практическую значимость, удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 2.5.12 – «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов», а её автор – ЧЕРНЫШЁВ ИВАН

ЛЕОНИДОВИЧ заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Аэродинамика, конструкция и прочность летательных аппаратов», протокол №6 от 20 января 2026 года.

Заведующий кафедрой «Аэродинамика,
конструкция и прочность летательных
аппаратов» МГТУ ГА

доктор технических наук, профессор

125993, г. Москва, Кронштадтский

бульвар, 20,

тел. (499) 459-07-91

e-mail: m.kiselev@mstuca.ru

Доцент кафедры «Аэродинамика,
конструкция и прочность летательных
аппаратов» МГТУ ГА

кандидат технических наук

125993, г. Москва, Кронштадтский

бульвар, 20,

тел. (499) 459-07-92

e-mail: s.borodkin@mstuca.ru



Киселев Михаил Анатольевич

23.01.2026г.



Бородкин Сергей Филиппович

23.01.2026г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник КБ

И.А. Федотов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чернышёва Ивана Леонидовича
«Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев
перспективных гражданских самолётов»

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

Диссертация Чернышева И.Л. посвящена разработке методики применения современных и созданию собственных оптимизационных алгоритмов для задач проектирования внешнего аэродинамического облика пассажирских и транспортных самолетов.

Актуальность работы определяется высокими требованиями к летно-техническим характеристикам и экономичности проектируемых пассажирских и транспортных самолетов, необходимыми для создания конкурентно способных образцов авиационной техники.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- разработан новый многорежимный гибридный генетический алгоритм оптимизации применительно к реальным задачам аэродинамического проектирования;
- показано, что генетические алгоритмы целесообразно применять для поиска окрестности глобального оптимума, особенно в задачах проектирования, которые, как правило, являются многокритериальными;
- выработаны рекомендации по применению известных и разработанных автором теоретических методов оптимизации к реальным задачам аэродинамического проектирования;

- разработаны компоновки скоростного крыла с $M_{крейс}=0.83\div 0.85$ с учётом влияния близко расположенных мотогондол большой степени двухконтурности, которые подтвердили заявленные высокие аэродинамические характеристики в условиях АДТ;
- предложена аэродинамическая компоновка административного самолёта с повышенным уровнем комфорта для пассажиров, имеющая два варианта скоростных крыльев малой стреловидности;
- создана методика проектирования крыла с учётом естественной ламинаризации обтекания;
- разработана аэродинамическая компоновка регионального самолёта с крылом малой стреловидности ($\sim \chi_{\%}=15^{\circ}$) с мотогондлами двигателя, расположенными на верхней поверхности крыла с $M_{крейс}=0.78$;

Работа имеет несомненную практическую ценность, т.к. предложенные алгоритмы реализованы в виде программных модулей и могут быть использованы в современных системах аэродинамического проектирования. Достоверность предложенных решений подтверждена экспериментальными исследованиями в аэродинамических трубах, что указывает на завершенность работы. Нужно отметить, что работа проходила апробацию на конференциях различного уровня и получила высокую оценку.

Особый интерес вызывает проработанная схема (глава 3) небольшого административного самолёта с повышенным уровнем комфорта для пассажиров, имеющая прямое крыло. Безусловно, предлагаемый проект с каплевидным фюзеляжем характеризуется как креативный и оригинальный.

Однако, по нашему мнению, ряд элементов (рис. 22 и 23 автореферата) аэродинамической компоновки потенциально могут вызвать проблемы в аэродинамических характеристиках:

- высокорасположенное го – нелинейность момента тангажа;
- «голова» фюзеляжа – снижение боковой устойчивости;
- суперкритический профиль крыла и «голова» фюзеляжа – высокие значения продольного момента при нулевой подъёмной силе m_{z0} .

Отсутствие данных в автореферате по этим параметрам можно считать недостатком данной работы. Кроме того, к недостаткам работы можно отнести некоторую небрежность в оформлении графиков и обозначении аэродинамических коэффициентов, не везде расшифровываются сокращения.

Оценивая работу в целом, следует отметить, что она несомненно заслуживает внимание со стороны практического использования в ОКБ этих методик при аэродинамическом проектировании новых ЛА.

Указанные недостатки, тем не менее, не умаляют значение представленной диссертационной работы, которая является цельным и законченным научным исследованием. Считаю, что работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям, а Чернышёв Иван Леонидович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Заместитель Главного конструктора ОКБ

по системам управления

ПАО «ОАК» ОКБ Микояна,

Заслуженный машиностроитель РФ,

Доктор технических наук, профессор

125171, г.Москва,

Ленинградское шоссе, д.6а,

ПАО «ОАК» ОКБ Микояна

Тел. (495) 721-81-00 доб.101-26-59

Тел. 8-905-747-35-73 (моб.)

электронная почта:

y.obolensky@mig.uacrussia.ru

Оболенский Юрий Геннадьевич

Начальник бригады аэродинамики, кандидат технических наук

125171, г.Москва,

Ленинградское шоссе, д.6а,

ПАО «ОАК» ОКБ Микояна

Тел. (495) 721-81-00 доб.101-28-47

Тел. 8-916-244-92-89 (моб.)

электронная почта:

y.arzhanov@mig.uacrussia.ru

Аржанов Юрий Иванович

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чернышёва Ивана Леонидовича **«Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолетов»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов»

Задачей диссертационной работы Чернышёва И.Л. является апробация известных и создание новых оптимизационных методов применительно к задаче проектирования аэродинамических компоновок скоростных летательных аппаратов самолетного типа. В условиях недостаточной обеспеченности отечественного рынка авиаперевозок и в силу значительной взаимной территориальной удаленности субъектов РФ разработка и совершенствование авиационной техники с увеличенными значениями крейсерской скорости полета является весьма актуальной задачей.

Основным научным результатом работы является многорежимный гибридный генетический алгоритм, позволяющий существенно сократить время вычислений при решении оптимизационных задач аэродинамического проектирования летательных аппаратов. Практическая значимость работы заключается, в частности, в том, что в диссертации разработаны сверхкритические крылья с приемлемой для реального конструирования формой в плане.

По автореферату диссертации имеются замечания.

1. В автореферате указано, что разработанные диссертантом крылья имеют форму в плане, стреловидность и относительную толщину, приемлемые для реального конструирования. При этом отсутствует четкое определения «приемлемости для конструирования».

2. На рисунке 8 представлено сравнение разработанных диссертантом крыльев с разработанным ранее в ЦАГИ крылом. В автореферате отсутствуют пояснения за счет изменения каких геометрических параметров удалось повысить критическое число Маха и аэродинамическое качество крыльев.

3. На стр. 11 автореферата приведена формула для расчета аэродинамического качества крыла. В автореферате отсутствуют сведения о

происхождении данной формулы и о том, как определялись отдельные компоненты лобового сопротивления крыла, входящие в знаменатель.

Приведенные замечания не имеют критического характера для общей положительной оценки диссертационной работы, представляющей законченную научную работу, имеющую большое практическое значение. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов», а ее автор Чернышёв И.Л. заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук.

Выражаем согласие на обработку персональных данных

Профессор кафедры аэрогидродинамики
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»,
д.ф.-м.н., профессор


09.02.26

Кусюмов Александр Николаевич

Заведующий кафедрой
аэрогидродинамики ФГБОУ ВО
«Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»,
к.т.н., доцент


09.02.26.

Николаев Евгений Иванович

Подписи Кусюмова А.Н., Николаева Е.И.
заверяю. Ведущий документооборот
управления делопроизводства и контроля
Герасимов С.Б.





УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала АО «Ил» -

ЭМЗ им. В.М. Мясничева

А.А. Горбунов



«19» февраля 2026 г.

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Чернышёва Ивана Леонидовича на тему «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолётов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов»

Диссертационная работа Чернышёва И.Л. посвящена актуальной научно-технической задаче – апробации известных и созданию новых оптимизационных методов проектирования аэродинамических компоновок дозвуковых гражданских самолётов и разработке на базе данных методов и экспериментальной верификации ряда крыльев большого удлинения для трансзвуковых самолётов классической схемы и крыльев для перспективных компоновок самолётов нетрадиционных схем в диапазоне крейсерских чисел Маха $M = 0,78 \div 0,92$.

Для решения указанной задачи автором разработан многорежимный гибридный генетический алгоритм, позволяющий за счёт эффективной организации двухуровневых по сложности вычислений добиться значительного сокращения временных затрат.

Также автором выполнены следующие работы:

- разработаны и экспериментально исследованы в аэродинамических трубах сверхкритические крылья для диапазона крейсерских чисел Маха $M = 0,88 \div 0,92$ с приемлемыми для реального конструирования формой в плане, стреловидностью и относительной толщиной;

- впервые в отечественной практике разработаны и успешно испытаны компоновки скоростного крыла с $M_{\text{крейс}} = 0,83 \div 0,85$ с учетом влияния близкорасположенных мотогондол с двигателями большой степени двухконтурности;

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

- выработаны рекомендации по применению известных и разработанных автором теоретических методов оптимизации к реальным задачам аэродинамического проектирования.

Надо отметить практическую направленность выполненных работ - разработанные алгоритмы доведены до конкретных программ, которые могут быть использованы в КБ для практического проектирования крыльев перспективных ЛА.

Вместе с тем, следует отметить следующий недостаток. В формулировке цели диссертационной работы используется термин «нетрадиционные» схемы самолета, но содержание этого понятия гораздо шире, чем рассмотренная в гл.3 диссертации схема с каплевидным фюзеляжем. Требуется уточнения границы применимости предложенных оптимизационных алгоритмов для нетрадиционных схем с участием в создании подъемной силы не только крыла, но и фюзеляжа или горизонтального оперения (например, схема «утка»).

Однако, этот недостаток не снижает общей ценности достигнутых результатов, которые соответствуют требованиям паспорта 2.5.12. «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа является законченным научным исследованием, имеет четко выраженную структуру и практическую направленность и вносит существенный вклад в аэродинамическое проектирование скоростных крыльев пассажирских самолетов. Работа соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (с тек. изменениями), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор - Чернышёв Иван Леонидович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. «Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов».

Главный конструктор перспективных проектов  А.В. Архипов

Начальник отдела аэродинамики  В.С. Фроловский

Архипов Александр Васильевич:

Служебный адрес: ул. Наркомвод, д.7, г. Жуковский, Московской области, 140182.

Тел.: 8(495)556-19-22 (доб.239),

e/mail: ArhipovAV@emz-m.ru.

Фроловский Виктор Степанович:

Служебный адрес: ул. Наркомвод, д.7, г. Жуковский, Московской области, 140182.

Тел.: 8(495)556-19-22 (доб.240),

e/mail: FrolovskiiVS@emz-m.ru.

Отп. 2 экз.:

№1 - в адрес,

№2 - в дело.

исп. Фроловский

тел. 8(495)556-19-22 (доб.240)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по разработке

Филиала ПАО «Яковлев»
«Региональные самолеты»

А.В. Кубасов

2026 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чернышёва Ивана Леонидовича на тему «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолетов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Диссертационная работа И.Л. Чернышёва посвящена решению актуальных задач аэродинамики: созданию новых методов оптимального проектирования и разработке компоновок перспективных дозвуковых пассажирских самолетов. Целью работы является применение разработанных оптимизационных методов в создании новых компоновок самолетов для крейсерских чисел Маха вплоть до 0.92.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы из 202 наименований. Общий объём диссертации – 299 страниц.

Во введении кратко обосновывается актуальность темы диссертации, определяется цель и задачи исследований, даётся представление о методах исследований, о научной новизне работы, достоверности и практической значимости результатов 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 описана общая методология применения оптимизационных алгоритмов к проектированию основных элементов аэродинамических компоновок современных пассажирских самолетов с трансзвуковыми крейсерскими скоростями полета. Проведен сравнительный анализ генетических алгоритмов оптимизации. Автором разработан новый многорежимный гибридный генетический алгоритм, при котором большая часть расчетов аэродинамических характеристик ведется с применением приближенных методов, а отдельные расчеты осуществляются по точным методам для проверки найденных на низших уровнях оптимумов и их коррекции, что позволило снизить временные затраты.

На основе проведенного анализа существующих и вновь разработанных теоретических методов оптимизации автором выработаны рекомендации по их

применению в реальных задачах аэродинамического проектирования, что является актуальным результатом как с научной, так и с практической точки зрения.

Безусловным достоинством работы является то, что разработанные алгоритмы реализованы автором в пакете вычислительных программ, которые могут быть внедрены в КБ для практического применения.

Во второй главе рассмотрены вопросы проектирования скоростных крыльев для перспективных дальнемагистральных самолётов классической компоновки с крейсерским числом Маха $M_{\text{КРЕЙС}}=0.83\div 0.92$. Рассмотрены как сверхскоростные тематические крылья ($M_{\text{КРЕЙС}}=0.88\div 0.92$), так для двухдвигательной версии самолета ИЛ-96 ($M_{\text{КРЕЙС}}=0.83\div 0.84$) и перспективного широкофюзеляжного самолета ($M_{\text{КРЕЙС}}=0.85$).

Отдельно рассмотрена проблема использования перспективных стреловидных крыльев с большим сужением, которое благоприятно для снижения веса конструкции и увеличения внутренних объемов под топливо. Расчетно-экспериментальным образом показано, что можно получить приемлемые характеристики сваливания во всем диапазоне скоростей с учетом дополнительного ограничения интенсивности отрыва из-под скачка на консольной части проектируемого крыла.

В третьей главе предложена оригинальная компоновка административного самолета, в которой за счет благоприятной интерференции каплевидного фюзеляжа с крылом и двигателями над задней кромкой крыла удается получить высокую скорость полета ($M=0.8-0.82$) при очень небольшой стреловидности ($\chi_{\text{к}}\sim 10^\circ$). Полученные аэродинамические характеристики валидированы в различных АДТ ЦАГИ.

В четвертой главе рассмотрены крылья умеренной стреловидностью ($\chi_{\text{к}}\sim 15^\circ$) и мотогондолами двигателей, расположенных над задней кромкой крыла. Автором показано, что подобные крылья уверенно достигают крейсерскую скорость полета $M_{\text{КРЕЙС}}=0.78$ (современные региональные самолеты (А-320, Б737, SJ-100) с подобной скоростью полёта имеют стреловидное крыло со стреловидностью не менее 25°). Кроме того, автору удалось реализовать протяженные ламинарные участки на верхней поверхности консольной части крыла, что позволило снизить общее сопротивление компоновки на $4\div 5\%$.

Достигнутый уровень $C_{y_{\text{мах}}} \approx 1.75$ ($M=0.2$, $Re=3$ млн.), подтвержденный в АДТ Т-106 и Т-128, является беспрецедентно высоким для скоростных крыльев.

Достоверность получаемых результатов, обоснованность научных положений и выводов по диссертации подтверждаются корректностью постановки задачи оптимизации, доказательством сходимости на многочисленных модельных примерах, а также подтверждаются хорошей сходимостью полученных результатов расчёта с экспериментальными данными.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- разработан новый многорежимный гибридный генетический алгоритм, позволяющий за счёт эффективной организации двухуровневых по сложности

вычислений добиться общего сокращения временных затрат приблизительно в три раза;

- выработаны рекомендации по применению известных и разработанных автором теоретических методов оптимизации к реальным задачам аэродинамического проектирования;
- для диапазона повышенных чисел Маха $M=0.88\div 0.92$ разработаны новые сверхкритические крылья с приемлемыми для реального конструирования формой в плане, стреловидностью и относительной толщиной;
- впервые в отечественной практике разработаны компоновки скоростного крыла с $M_{\text{КРЕЙС}}=0.83\div 0.85$ с учётом влияния близко расположенных мотогондол большой степени двухконтурности, которые подтвердили заявленные высокие аэродинамические характеристики в условиях АДТ;
- разработана аэродинамическая компоновка и два варианта скоростных крыльев малой стреловидности для административного самолёта с повышенным уровнем комфорта для пассажиров;
- разработана методика проектирования крыла с учётом естественной ламинаризации обтекания;
- разработана аэродинамическая компоновка регионального самолёта с крылом малой стреловидности ($\sim \chi_{\frac{1}{4}}=15^\circ$) с мотогондлами двигателя, расположенными на верхней поверхности крыла с $M_{\text{КРЕЙС}}=0.78$;

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. Считается, что диссертация на соискание ученой степени доктора наук должна быть научно-квалификационной работой, где на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, либо решена научная проблема, имеющая важное политическое, социально-экономическое, культурное или хозяйственное значение, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. В автореферате в явном виде не сказано на что претендует автор.
2. В автореферате недостаточно ясно описаны критерии выбора начальной компоновки и её основных геометрических параметров, таких как форма в плане, стреловидность и т.д. при проектировании крыльев.
3. При проектировании скоростного крыла с малой стреловидностью получены рекордно высокие значения $C_{y \text{ мах}}$. Однако не затронуты проблемы, которые могут возникнуть из-за обвального снижения подъемной силы за $C_{y \text{ мах}}$, в частности в поведении самолета на сваливании и закритических углах атаки, которое регламентируется сертификационными требованиями.

Отмеченные недостатки не влияют на научный уровень и практическую значимость представленной диссертационной работы.

Судя по автореферату, представленная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям по техническим наукам. Считаем, что её автор - Чернышёв Иван Леонидович заслуживает присуждения ему степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании НИО аэродинамики, состоявшемся 12 февраля 2026 года.

Начальник НИО –
заместитель Главного конструктора
по аэродинамике
Филиала ПАО «Яковлев»
«Региональные самолеты»

Бабулин Андрей Александрович

Начальник департамента
аэродинамических характеристик
Филиала ПАО «Яковлев»
«Региональные самолеты»
доктор технических наук

Шевяков Владимир Иванович

Главный специалист департамента
аэродинамических характеристик
Филиала ПАО «Яковлев»
«Региональные самолеты»
кандидат физико-математических наук

Березко Максим Эдуардович

Подписи Андрея Александровича Бабулина, Владимира Ивановича Шевякова и Максима Эдуардовича Березко удостоверяю.

Руководитель направления
по работе с филиалами и ДЗО
департамента управления персоналом
ПАО «Яковлев»



Синицын Игорь Викторович



«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор
ООО «АУРУС-АЭРО»

А.В. Степин

«06» февраля 2026 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Чернышёва Ивана Леонидовича на тему «Аэродинамическое проектирование скоростных дозвуковых крыльев перспективных гражданских самолётов», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.12. Аэродинамика и процессы теплообмена летательных аппаратов

Комиссия в составе:

Заместитель генерального директора - Главный конструктор, к.т.н. Арутюнов Артём Георгиевич, начальник управления аэродинамики Матросов Александр Анатольевич, начальник отдела аэродинамических характеристик Махуков Андрей Александрович, ведущий инженер-конструктор Морошкин Дмитрий Владимирович

составила настоящий акт о том, что результаты работ по аэродинамическому проектированию крыла, полученные Чернышёвым И.Л., используются в Управлении аэродинамики Инженерного центра ООО «АУРУС-АЭРО» при проектировании крыла административного самолета АУРУС. Разработанные Чернышёвым И.Л. методики проектирования профилировки сверхкритических крыльев и оптимизации аэродинамической компоновки рекомендованы для дальнейшего использования при выполнении расчетных и проектировочных работ в Инженерном центре.

Заместитель генерального директора -
Главный конструктор, к.т.н.

А.Г. Арутюнов

Начальник Управления аэродинамики

А.А. Матросов

Начальник отдела
аэродинамических характеристик

А.А. Махуков

Ведущий инженер-конструктор

Д.В. Морошкин

С. А. Степин