

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.10

Соискатель: Карпович Елена Анатольевна

Тема диссертации: Разработка научно-методического обеспечения для формирования облика и оценки характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования

Специальность: 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 18 декабря 2020 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Карпович Елене Анатольевне ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председательствующий на заседании диссертационного совета д.т.н., проф. Туркин И.К.; ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доц. Денискина А.Р.; члены диссертационного совета: д.т.н., проф. Абашев В.М.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Дудченко А.А.; д.т.н., проф. Комков В.А.; д.т.н., проф. Куприков М.Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.ф-м.н., проф. Рабинский Л.Н.; д.т.н., доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А.С.; д.т.н., проф. Сироткин О.С.; д.т.н., проф. Ушаков А.Е.; д.т.н., проф. Фирсанов В.В.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Председательствующий на заседании  
Диссертационного совета Д 212.125.10  
д.т.н., профессор

 И.К. Туркин

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

Начальник отдела  
Т.А. Аникина



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 18 декабря 2020 г. № 21

О присуждении Карпович Елене Анатольевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка научно-методического обеспечения для формирования облика и оценки характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования» по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 16 октября 2020 г., протокол заседания № 8, диссертационным советом Д 212.125.10, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.10 – № 714/нк от 02 ноября 2012 г.

Соискатель Карпович Елена Анатольевна, 1987 года рождения, гражданка Российской Федерации.

В 2010 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» по специальности «Филология».

В 2016 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Московский авиационный институт» (национальный исследовательский университет) по специальности «Самолето- и вертолетостроение».

Работает инженером-конструктором 1-й категории в ПАО «Корпорация «Иркут» корпорации «Ростех».

**Диссертация** выполнена на кафедре 101 «Проектирование и сертификация авиационной техники» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры 101 «Проектирование и сертификация авиационной техники» **Лисейцев Николай Константинович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

**Вермель Владимир Дмитриевич** – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», начальник научно-технического центра научно-производственного комплекса.

**Арутюнов Артем Георгиевич** – кандидат технических наук, Проектно-конструкторский Центр многообразных ракетно-космических систем им. Р.Л. Бартини, акционерное общество «ЦНИИмаш», главный конструктор.

Официальные оппоненты дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – акционерное общество «Кронштадт», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном генеральным конструктором – доктором технических наук Долженковым Николаем Николаевичем, и утвержденном генеральным директором АО «Кронштадт» Богатиковым Сергеем Анатольевичем, указала, что результаты исследования имеют научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

Диссертация Карпович Е.А. посвящена разработке научно-методического обеспечения для предварительного проектирования легких самолетов с крылом коробчатой схемы.

При условии реализации присущих коробчатой схеме крыла достоинств и тщательной проработки компоновки летательного аппарата с целью снижения степени выраженности ее недостатков коробчатый самолет может иметь ряд преимуществ перед эквивалентным монопланом. Несмотря на достижения в области вычислительной аэрогидродинамики, инженерные подходы к формированию облика и приближенному расчету аэродинамических характеристик летательных аппаратов остаются востребованными на ранних этапах проектирования. В связи с отсутствием статистических данных по легким самолетам с крылом коробчатой схемы, необходимых для разработки инженерных методов, тема исследования Карпович Е.А. является актуальной.

В диссертации решен ряд задач:

1. Разработана методика проектирования «от эквивалентного моноплана».
2. Предложенная методика апробирована в проекте легкого самолета с крылом коробчатой схемы.
3. Проведены испытания модели самолета с крылом коробчатой схемы и модели самолета По-2 с сочлененным крылом в аэродинамической трубе МАИ Т-1.

4. Полученные экспериментальные данные сопоставлены с результатами инженерного и численного расчетов аэродинамических характеристик указанных моделей.

5. Осуществлен сравнительный анализ летно-технических характеристик легкого самолета с коробчатым крылом и эквивалентного ему моноплана.

Научная новизна диссертации состоит в том, что разработанное научно-методическое обеспечение позволяет сформировать облик и оценить характеристики самолета с крылом коробчатой схемы в условиях отсутствия статистических данных по самолетам с такой аэродинамической компоновкой.

Представленные результаты предназначены для применения в тех случаях, когда необходимо оперативно оценить характеристики самолета с крылом коробчатой схемы - при разработке технического задания, формировании облика самолета, уточнении геометрических параметров крыльев, а также в тех случаях, когда при сравнении нескольких концепций требуется выбрать оптимальную схему крыла.

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием апробированного программного обеспечения, а также сертификатами рабочих эталонов на приборы и оборудование, которые были использованы при проведении экспериментов.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы. Указанные работы представляют собой научные статьи и тезисы выступлений на научных конференциях, в которых отражено основное содержание диссертационной работы.

1. Карпович, Е.А., Лисейцев, Н.К. К вопросу о продольной балансировке и устойчивости самолета с крылом коробчатой схемы // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2019. – № 56. – С.29-44. В статье изложен подход к аналитическому определению рационального

соотношения подъемной силы переднего и заднего крыльев легкого самолета коробчатой схемы для обеспечения заданной статической устойчивости при минимально возможном приросте лобового сопротивления.

2. Карпович, Е.А., Лисейцев, Н.К. К аналитическому определению аэродинамических характеристик самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2019. – № 3. В статье предложена инженерная методика первого приближения для расчета аэродинамических характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы.

3. Карпович, Е.А., Лисейцев, Н.К. Особенности конструкции и аэродинамики крыльев коробчатой схемы и их влияние на формирование облика самолета // 15-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2016»: Тезисы (Москва, 14–18 ноября 2016 года). - М.: Типография «Люксор», 2016. - С.36-37. В докладе отражены результаты исследования научной и технической литературы, посвященной самолетам с крылом коробчатой схемы.

4. Карпович, Е.А., Кузнецов, А.В, Сергеева, Н.И. Сравнение экспериментальных и расчетных аэродинамических характеристик модели самолета По-2 с сочлененным крылом // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция (7–8 ноября 2019 года): Материалы конференции. Сборник докладов. – В 6 т.; Т. 1. – Казань: изд-во ИП Сагиева А.Р., 2019. – С.41-46. Сравнение результатов численного расчета аэродинамических характеристик модели По-2 (FloEFD) и экспериментальных данных (аэродинамическая труба Т-1 МАИ) показало хорошую сходимость по продольным аэродинамическим характеристикам.

5. Карпович, Е.А., Лисейцев, Н.К. Подбор параметров аэродинамических профилей легкого самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019»: Тезисы (Москва, 18-22 ноября 2019 года). – М.: Типография «Логотип», 2019. – С.21. В докладе представлена методика

выбора и уточнения параметров аэродинамических профилей применительно к легкому самолету с крылом коробчатой схемы. Приняты во внимание особенность работы крыла коробчатой схемы под нагрузкой и характерные для такого крыла малые числа Рейнольдса.

6. Кузнецов, А.В., Карпович, Е.А., Сергеева, Н.И. Аэродинамические характеристики модели самолета с замкнутым крылом на дозвуковых скоростях // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019»: Тезисы (Москва, 18-22 ноября 2019 года). – М.: Типография «Логотип», 2019. – С.23-24. В докладе проанализированы результаты испытаний модели самолета с сочлененным крылом в АДТ МАИ Т-1.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы.** В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий обзор работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость и рекомендации по использованию результатов. Все отзывы положительные.

**Отзыв на диссертацию ведущей организации – АО «Кронштадт».**  
Имеются замечания:

1. Рекомендуются представить разработанное научно-методическое обеспечение в виде программы для большего удобства его использования.
2. В рамках предложенной компоновки самолета было бы желательным проведение большего объема параметрических исследований.
3. В работе не раскрыты способы повышения боковой статической устойчивости легких самолетов с крылом коробчатой схемы.
4. В работе не представлены аэродинамические характеристики модели самолета По-2 с модифицированным сочлененным крылом в боковом движении, которые представляют интерес с точки зрения обеспечения боковой устойчивости и управляемости компоновки ЛА с коробчатым крылом.

5. В работе не представлена визуализация обтекания модели По-2 с модифицированным сочлененным крылом как при численном моделировании обтекания, так и при экспериментальных исследованиях в АДТ Т-1 МАИ.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Вермеля Владимира Дмитриевича** – доктора технических наук, профессора, начальника НТЦ НПК, Государственный научный центр, ФГУП «ЦАГИ». Имеются замечания:

1. Распределение толщины по хорде профиля в сечениях крыльев получено в диссертационной работе (стр.41, соотношение (2-18)) в безразмерном виде относительно максимальной толщины профиля в текущем сечении. Далее без задания максимальной толщины, автор определяет для профиля коэффициент сопротивления и строит поляру. Поскольку заметную часть в общем сопротивлении составляет сопротивление давления (до 40% от сопротивления трения) непосредственно требуются специально зависящее от максимальной толщины пояснения выполненной оценки.

2. Оценивая параметры коробчатого крыла, обеспечивающие устойчивость и управляемость, автор ссылается на известные инженерные методики, полученные для самолетов нормальной аэродинамической схемы. Возможность их применения для коробчатого крыла автором специально не оговаривается.

3. Приведя укрупненную весовую сводку самолета с крылом в коробчатой схеме и сравниваемого с ним «эквивалентного» моноплана (гл. 3-я, табл. 4-3, стр. 109), автор не привел компоновочных схем размещения силовой установки, топлива, оборудования и снаряжения, целевой нагрузки. С одной стороны, в самолете коробчатой схемы в 2 раза снижаются объемы под размещение топлива, по сравнению с «эквивалентным» монопланом и компоновка топливных баков может сказаться на характеристиках. С другой, для согласования путевой и боковой статической устойчивости самолета



необходимо знание соответствующих моментов инерции. Вызывает недоумение, как удалось их вычислить (в тексте работы, стр. 75, 3-й абзац сверху, с помощью системы NX), причем с точностью до  $\sim 0,1 \text{ кгм}^2$  до проведения расчета массы конструкции, выполняемому в 4-й главе.

4. Необходимое для обеспечения продольной управляемости за счет элевонов, разнесение крыльев вдоль продольной оси фюзеляжа обуславливает заметную стреловидность соединяющих концы консолей вертикальных поверхностей. В результате снижается жесткость конструкции по сравнению с традиционным бипланом с малым разнесением консолей. Ее обеспечение потребует заметного увеличения массы узлов соединений и крыла в целом.

5. Полученные диссертантом оценки преимущества коробчатой схемы по сравнению с монопланом являются сугубо предварительными. Сравнение с достаточным уровнем доверия проектов самолетов малой авиации, как показывает многолетний опыт их разработки, возможно только после достаточно детальной проработки конструкции.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Арутюнова Артема Георгиевича – кандидата технических наук, главного конструктора Проектно-конструкторского Центра многоцветных ракетно-космических систем им. Р. Л. Бартини, АО «ЦНИИмаш». Имеются замечания:**

1. При расчете оптимального распределения подъемной силы по размахам крыльев не учтено влияние фюзеляжа (подраздел 2.2.1.1).

2. При расчете поляры коробчатого самолета во взлетной и посадочной конфигурациях не учтено влияние механизации на распределение углов скоса потока за крыльями (подраздел 2.2.2).

3. В работе не представлено обоснование выбранной компоновки отклоняющихся поверхностей по размахам крыльев (подраздел 3.1.5).

4. В тексте диссертации не обоснован выбор моноплана в качестве объекта сравнения с самолетом с крылом коробчатой схемы.

5. Автору рекомендуется пояснить, по каким причинам обеспечено преимущество самолета с крылом коробчатой схемы перед эквивалентным монопланом по аэродинамическому качеству в крейсерской конфигурации.

6. Автору рекомендуется более подробно обосновать выбор формы фюзеляжа легкого самолета с крылом коробчатой схемы.

**Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ» (КНИТУ-КАИ), подписанный заведующим кафедрой конструкций и проектирования летательных аппаратов, доктором технических наук, профессором В.Г. Гайнутдиновым и доцентом кафедры конструкций и проектирования летательных аппаратов, кандидатом технических наук Н.В. Левшонковым. Имеются замечания:**

1. В работе рассмотрен только один тип взлетно-посадочной механизации.

2. Процесс определения потребных параметров аэродинамических профилей не полностью формализован.

3. В автореферате не указано, учитывалось ли в расчётах изменение скаса потока с крыльев при выпуске механизации, а также учитывалось ли влияние планера самолета на распределение циркуляции по размахам крыльев.

**Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «Авиационный комплекс имени В.В. Ильюшина» (ПАО «Ил»), г. Москва, подписанный начальником управления конфигурации изделия С. А. Рылецким, начальником отдела управления требованиями, кандидатом технических наук И. А. Петровым и утвержденный главным конструктором ПАО «Ил», доктором технических наук С. В. Ганиным. Имеются замечания:**

– в тексте автореферата не представлено сравнение лёгкого самолета с крылом коробчатой схемы и эквивалентного моноплана по

стоимости их жизненного цикла, что в настоящее время является одним из основных критериев оценки эффективности ЛА;

– в работе не рассмотрено влияние воздушных винтов на аэродинамику коробчатого крыла, что является особенно актуальным для легких ЛА с электродвигателями;

– использование в качестве референсной модели По-2 является корректным с точки зрения разработки методологии, но с практической точки зрения выбор более современного и доступного ЛА (например, Cessna-172 или Як-18Т) представляется более интересным и показательным.

**Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ» (АО РСК «МиГ»)**, г. Москва, подписанный ведущим инженером КБ отдела проектов АО «РСК «МиГ», кандидатом технических наук, доцентом О.Б. Пащенко и начальником бригады отдела проектов АО «РСК «МиГ», кандидатом технических наук И.Е. Меркуловым. Имеются замечания:

1. Из автореферата неясно, почему автор использовал термин «очень легкие самолеты» (ОЛС) взамен устоявшейся формулировки «сверхлегкие самолеты» (СЛА)?

2. Автор недостаточно четко формализовал область исследования и недостаточно ясно классифицировал выбранную аэродинамическую компоновку летательного аппарата. К какой из следующих схем следует отнести его компоновку: схема с замкнутым крылом, сочлененное крыло (схема Волковича)?

3. В качестве критерия выбрано аэродинамическое качество, однако, в заключении автореферата не представлены графики зависимости аэродинамического качества.

4. Для проведения сравнительной оценки автором был спроектирован «эквивалентный моноплан», приведенный по площади крыла. Однако, существующие, хорошо обоснованные методы расчета по методу «эквивалентного моноплана» задают определенное соотношение между

подъемными силами на верхней и нижней плоскости, а в случае разнесенной коробки (как у автора) данное обстоятельство приведет к росту коэффициента продольного момента.

5. Из текста автореферата неясно, исходя из каких ограничений выбран эквивалентный моноплан с низкорасположенным крылом и разнесенным хвостовым оперением. При выборе эквивалентной схемы с высокорасположенным крылом и подкосом (не создающим подъемную силу) результаты могут быть иными, позволяющими пересмотреть первоначальные гипотезы.

В дальнейшем при оформлении работы рекомендуем автору формировать последовательность шагов, излагая содержание методики, используя графические блок-схемы для большей наглядности.

**Отзыв на автореферат диссертации публичного акционерного общества «Туполев», г. Москва, подписанный начальником центра ПКЦ «Аэродинамика» ПАО «Туполев» Крупником Александром Львовичем и начальником отдела аэродинамических исследований ПКЦ «Аэродинамика» ПАО «Туполев», кандидатом технических наук Ерохиным Павлом Васильевичем, и утвержденный заместителем генерального директора по проектированию, НИР и ОКР В.И. Солозобовым. Имеются замечания:**

1. Из автореферата неясно, было ли проведено сравнение балансировочного качества и балансировочных поляр ЛА с крылом коробчатой схемы и эквивалентного моноплана.

2. Во второй главе автореферата отсутствует описание, при каких скоростях или числах Рейнольдса проводились испытания в АДТ МАИ Т-1.

**Отзыв на автореферат диссертации Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, подписанный Врио начальника 3 управления НИЦ (ППО и УА ВВС) ВУНЦ ВВС «ВВА», кандидатом экономических наук Короленко Виктором Владимировичем, заместителем начальника 32 отдела НИЦ (ППО и УА ВВС) ВУНЦ ВВС**

«ВВА», кандидатом технических наук Трофимчуком Максимом Васильевичем, старшим научным сотрудником 32 отдела НИЦ (ППО и УА ВВС) ВУНЦ ВВС «ВВА», доктором технических наук, профессором Чижовым Михаилом Ивановичем, и утвержденный заместителем начальника ВУНЦ ВВС «ВВА» по учебной и научной работе, кандидатом военных наук, доцентом Владимиров Геннадьевичем Казаковым. Имеются замечания:

1. В автореферате не представлена визуализация обтекания модели По-2 с модифицированным сочлененным крылом, а также ее продольные и боковые характеристики.

2. В автореферате не указано, было ли проведено сравнение крыла коробчатой схемы с такими с такими схемами, как тандемная, бипланная или схема с подкосным крылом.

3. В дальнейшем рекомендуется включить предложенную методику проектирования в решение более общей задачи по оптимизации геометрии легкого самолета с крылом коробчатой схемы, также представляющей немалый практический интерес.

4. Входящие в разработанную методику математические модели могут быть усовершенствованы путем учета большего количества переменных и анализа большего числа расчетных случаев.

**Отзыв на автореферат Филиала ООО «Эйкрафт Мейнтенанс энд Инжиниринг Сервис ГмбХ» в г. Ульяновске, подписанный ведущим инженером-конструктором по аэродинамике отдела общего проектирования КБ ИЦ филиала ООО «АМТЕС ГмбХ» в г. Ульяновске К.В. Кузнецовым, ведущим инженером-конструктором по компоновке самолета отдела общего проектирования КБ ИЦ филиала ООО «АМТЕС ГмбХ» в г. Ульяновске Д.В. Дыдышко и Главным конструктором КБ ИЦ филиала ООО «АМТЕС ГмбХ» в г. Ульяновске А.А. Загорданом. Имеются замечания и рекомендации:**

1. В качестве критерия выбора оптимального самолета в методике взят единственный критерий – аэродинамическое качество. Как известно,

любой самолет является сложной технической системой, оптимизация которой требует увязки множества противоречивых требований. К легкому самолету, совершающему небольшие перелеты со скоростью 150 – 170 км/ч, зачастую предъявляются требования, отодвигающие его крейсерское аэродинамическое качество на второй план. К ним можно отнести простоту и ремонтпригодность конструкции, дешевизну аппарата для конечного потребителя, экономичность и неприхотливость обслуживания и т.п. Кроме того, немалую роль играют взлетно-посадочные характеристики (ВПХ) самолета, которые, по результатам исследования автора, у аппарата с коробчатым крылом ниже, чем у эквивалентного моноплана.

2. Представляется не совсем правильным для корректного сравнения с рассматриваемым «эквивалентным монопланом» выбор равенства крыльев коробчатого самолета по размаху и суммарной площади крыла моноплана. В силу обозначенных в рассматриваемой работе отличий во взлетно-посадочных характеристиках аппарата с коробчатым крылом и эквивалентного моноплана, а также того, что требования по ВПХ имеют значительное влияние как на аэродинамические, так и на весовые характеристики летальных аппаратов, было бы корректнее при задании граничных условий уравнивать именно требования к ВПХ. При выполнении данного условия выигрыш от достоинств крыла рассматриваемой схемы может быть значительно уменьшен за счет больших площади и размаха несущих поверхностей, потребных для обеспечения сравниваемых с «эквивалентным монопланом» ВПХ. Объяснением принятого в работе выбора равенства крыльев коробчатого самолета именно по размаху и суммарной площади крылу моноплана может быть отсутствие первоначальных данных, свидетельствующих о возможно значительных отличиях в уровне ВПХ рассматриваемой схемы относительно «эквивалентного моноплана».

Рекомендации:

1. Для повышения точности при оценке характеристик самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах формирования облика учитывать имеющиеся различия с другими рассматриваемыми схемами во взлетно-посадочных характеристиках. Учет может быть реализован уравниванием требований к ВПХ вариантов проектируемого ЛА.

2. При оценке характеристик самолета с крылом коробчатой схемы учитывать также характеристики путевой устойчивости, обеспечивая равенство по ним с другими рассматриваемыми схемами. Это позволит достичь более корректного сравнения, а также большей точности количественных оценок.

**Отзыв на автореферат акционерного общества «Экспериментальный машиностроительный завод имени В.М. Мясищева» (АО «ЭМЗ им. В.М. Мясищева»), г. Жуковский, подписанный Главным конструктором по инновационным разработкам А.В. Архиповым и утвержденный заместителем управляющего директора – главным конструктором Б.Н. Лепуховым. Имеются замечания:**

1. В модуле исследования устойчивости и балансировки отсутствует оценка характеристик самолета в поперечном и путевом каналах, что снижает уровень обоснованности сравнения с прототипом традиционной схемы.

2. Точность весовых расчетов для самолетов традиционных схем составляет по статистике не более 4%. Для самолетов альтернативных схем эта точность еще ниже, а коэффициент возрастания взлетного веса на дальнейших этапах разработки еще больше. Достигнутый весовой выигрыш 2,94% для взлетной массы самолета с коробчатым крылом находится в пределах точности расчетов, что ставит вопрос о состоятельности данной схемы. В связи с этим необходимо более корректно обосновать весовые преимущества предлагаемой схемы с коробчатым крылом, либо выбрать новый интегральный критерий сравнения, например, коэффициент топливной эффективности.

**Отзыв на автореферат акционерного общества «Государственное машиностроительное конструкторское бюро «Радуга» имени А.Я. Березняка», г. Дубна, подписанное помощником главного конструктора по вопросам аэродинамики и динамики полета, к.т.н. Ляпуновым В.В., начальником отделения – комплекса аэродинамики, динамики полета и полунаутрznego моделирования, к.т.н. Синицей С.П., начальником отдела аэродинамики, к.т.н. Тарасенко А.В., инженером группы дозвуковой аэродинамики Конюховым И.К., и утвержденный Генеральным директором АО «ГосМКБ «Радуга» имени В.Н. Березняка», д.т.н. В.Н. Трусовым. Отзыв положительный. Имеются замечания:**

1. В автореферате не представлена блок-схема предварительного проектирования легкого самолета с крылом коробчатой схемы;

2. В автореферате не представлены графики зависимости аэродинамического качества от угла атаки для самолета с крылом коробчатой схемы и эквивалентного моноплана, в то время как эта характеристика является одной из целевых функций исследования;

3. В работе рассмотрен только один вид взлетно-посадочной механизации и не обоснован его выбор;

4. В аэродинамическом модуле не учтено изменение скоса потока с крыльев при выпуске механизации;

5. Не рассмотрены вопросы прочности и жесткости коробчатого крыла, влияния его деформаций на аэродинамические характеристики.

**Выбор официальных оппонентов обоснован тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в области исследований диссертационной работы. Вермель Владимир Дмитриевич имеет ученую степень доктора технических наук по специальности 05.13.07 «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)» (технические науки). За предыдущие 5 лет имеет не менее 18 научных публикаций в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus, а также**



входящих в Перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

**Аругюнов Артем Георгиевич** имеет ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки). За предыдущие 5 лет имеет 5 публикаций в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

**Вышеизложенное позволяет считать, что выбор официальных оппонентов является обоснованным, соответствует Постановлению Правительства РФ о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24 сентября 2013 г. и Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденному приказом Министерства образования и науки РФ № 1093 от 10.11.2017 г.**

**Выбор ведущей организации обоснован тем, что в ведущей организации работают специалисты, достижения которых широко известны, в том числе и в отрасли науки, соответствующей тематике диссертации:**

– **Долженков, Н. Н.** Беспилотный самолет внеаэродромного базирования: технические решения и реализация / Н. Н. Долженков, В. В. Воронов // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. - 2016. - № 2-3. - С. 17-22.

– **Долженков, Н. Н.** Прорывные технологии беспилотных авиационных систем / Н. Н. Долженков // Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н. Е. Жуковского. - 2018. - № 6. - С. 44-52.

– **Долженков, Н. Н.** Пути повышения автономности крупноразмерных беспилотных авиационных систем двойного назначения / Н. Н. Долженков, А. М. Федюлин, Д. М. Дрягин // Полет. Общероссийский научно-технический журнал. - 2020. - № 9. - С. 3-11.

**Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:**

- предложена методика проектирования легкого самолета с крылом коробчатой схемы «от эквивалентного моноплана»;
- разработаны модули научно-методического обеспечения, позволяющие пересчитывать параметры и характеристики легкого моноплана на параметры и характеристики эквивалентного ему самолета с крылом коробчатой схемы (*аэродинамический модуль, модуль исследования устойчивости и балансировки, модуль расчета веса несущих поверхностей*);
- предложенная методика **апробирована** в проекте легкого самолета с крылом коробчатой схемы;
- **проведены экспериментальные исследования** модели самолета с крылом коробчатой схемы и модели самолета По-2 с сочлененным крылом в аэродинамической трубе МАИ Т-1;
- **осуществлен сравнительный анализ** летно-технических характеристик легкого самолета с коробчатым крылом и эквивалентного ему моноплана.

**Новые понятия** не вводились.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в том, что разработанное научно-методическое обеспечение позволяет обоснованно решать задачи по формированию облика и оценке характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования.

**Практическая значимость исследования** состоит в сокращении сроков аэродинамического проектирования и расчёта характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы на этапе подготовки технического предложения при анализе ряда альтернативных схем.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- **теоретические выводы**, в частности, математические модели, расчетные методики и результаты расчетов получены достоверными

методами на основе достоверных данных, описывающих сущность изучаемого явления и отвечающих поставленным целям и задачам работы;

– **достоверность результатов эксперимента** в аэродинамической трубе МАИ Т-1 подтверждается сертификатами рабочих эталонов на использованные приборы и оборудование. **Достоверность результатов расчетов инженерными и численными методами** обосновывается путем сравнения с экспериментальными данными: в рамках диссертации были проведены испытания весовой модели самолета с крылом коробчатой схемы, а также модели самолета По-2 с модифицированным сочлененным крылом;

– разработанные в ходе исследования расчетные методики **апробированы** при проектировании легкого самолета с крылом коробчатой схемы;

– основные положения и результаты работы **опубликованы** в рецензируемых научных журналах, а также **доложены** на конференциях, семинарах и научно-техническом совете.

#### **Личный вклад соискателя.**

Соискатель принимал непосредственное участие в организации и выполнении исследований по всем разделам диссертации: анализ имеющегося опыта, разработка математических моделей, выполнение расчетов и анализ результатов, подготовка эксперимента в аэродинамической трубе, обработка и анализ результатов экспериментов, формулировка положений исследования, выводов и практических рекомендаций, подготовка материалов для публикаций.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной проблемы. Методическая организация работы позволила автору логично и последовательно решить поставленные задачи.

Использование современных методологических подходов, корректная обработка числовых данных, объективность выбора в изложении концептуальных положений диссертации, а также правильная интерпретация

научных результатов и выводов позволяют считать полученные результаты достоверными и обоснованными.

Приведенные положения позволяют заключить, что представленная диссертация является законченным научно-квалификационным исследованием, обладающим научной новизной, имеющим важное прикладное и фундаментальное значение в создании изделий авиационной техники. В диссертации представлены новые, обоснованные результаты, что соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 18 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Карпович Е.А. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

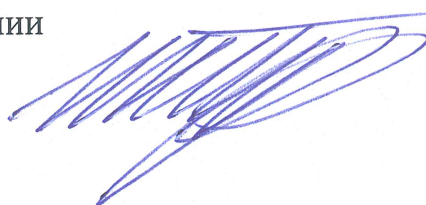
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

за – 16,

против – 0,

недействительных бюллетеней – 0.

Председательствующий на заседании  
Диссертационного совета  
Д 212.125.10  
д.т.н., профессор



Туркин И.К.

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



Начальник отдела  
Т.А. Аникина

