

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** Д 212.125.10

**Соискатель:** Петров Иван Алексеевич

**Тема диссертации:** Методика автоматизированной компоновки блоков бортового радиоэлектронного оборудования и трассировки коммуникаций на этапах разработки ЛА

**Специальность:** 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

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

На заседании 24 октября 2019 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 Петрову Ивану Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук.

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

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



*А.Р. Денискина*  
А.Р. Денискина

А.Р. Денискина

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 24 октября 2019 г. № 28

О присуждении Петрову Ивану Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика автоматизированной компоновки блоков бортового радиоэлектронного оборудования и трассировки коммуникаций на этапах разработки ЛА» по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов принята к защите 4 июля 2019 г., протокол заседания № 14, диссертационным советом Д 212.125.10 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 Петров Иван Алексеевич, 1990 года рождения, гражданин Российской Федерации.

В 2013 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности «Самолето- и вертолетостроение», а также по специальности «Экономика и управление на предприятии».

В период подготовки диссертации работал заместителем начальника лаборатории в НИО-101 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, главным специалистом в отделе обеспечения управления конфигурацией ПТК и отделе методологического сопровождения процессов публичного акционерного общества «Авиационный комплекс им. Ильюшина» (ПАО «Ил»). Также соискатель работал по совместительству начальником отдела анализа и автоматизации процессов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

С 2014 по 2019 гг. соискатель обучался в заочной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

**Диссертация выполнена** на кафедре «Проектирование и сертификация авиационной техники» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, доцент **Клягин Виктор Анатольевич**, ПАО «Компания Сухой» филиал «ОКБ Сухого», заместитель начальника НИО, по совместительству кафедра «Проектирование и сертификация ЛА» Московского авиационного института, доцент.

### **Официальные оппоненты:**

**Долженков Николай Николаевич** – доктор технических наук, МФБН АО «Кронштадт», генеральный конструктор;

**Киселев Михаил Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» кафедра «Аэродинамики, конструкции и прочности ЛА», заведующий кафедрой, по совместительству ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем», главный научный сотрудник.

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

**Ведущая организация** – акционерное общество «Российская самолетостроительная корпорация «МИГ», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Оболенским Юрием Геннадьевичем – доктором технических наук, заместителем главного конструктора по системам управления; Хоревым Сергеем Викторовичем – начальником отдела проектов; Пашенко Олегом Борисовичем – кандидатом технических наук, доцентом, ведущим инженером отдела проектов, и утвержденном Терпуговым Александром Васильевичем – и.о. заместителя генерального директора и директором ОКБ им. А.И. Микояна,

указала, что результаты исследования имеют научную новизну, теоретическую и практическую значимость и могут быть использованы при разработке не только самолетов, но и других подобных объектов, таких как: вертолеты, космические аппараты, БПЛА комбинированного типа и др.

Диссертация Петрова И.А. посвящена решению актуальной задачи – разработке методики автоматизированной компоновки блоков БРЭО и трассировки коммуникаций на этапах разработки ЛА. Актуальность темы определяется тем, что обеспечение высоких летно-технических и эксплуатационных характеристик современного ЛА во многом определяется качеством его компоновки. А сам процесс создания ЛА немыслим без применения информационных технологий, в частности САПР. Помимо САПР, нацеленных на автоматизацию рутинных действий конструктора, также необходимо использование средств поддержки

решения, например, при размещении комплекса бортового радиоэлектронного оборудования. В свою очередь, для их функционирования необходима разработка соответствующего методического обеспечения и выбор подходящих алгоритмов.

Хотя вопрос компоновки (размещения) объектов при проектировании авиационной техники в первую очередь является геометрической проблемой, однако на качество компоновки огромное влияние оказывает ряд других факторов, например: массово-инерционные характеристики, взаимовлияние блоков, эксплуатационные характеристики и др. Поэтому получение рациональных компоновок и разработка программного обеспечения (ПО) является актуальной научно-технической задачей, особенно для изделий с высокой плотностью компоновки, таких как маневренные истребители.

Приведенные в диссертации результаты имеют важное прикладное и фундаментальное значение, их достоверность не вызывает сомнений.

Соискатель имеет 6 печатных работ, в том числе 3 научные статьи в рецензируемых научных журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. Клягин, В.А., Петров, И.А. Выбор критериев для решения задачи АК БРЭО / В.А. Клягин, И.А. Петров / в сб.: 14-я международная конференция «Авиация и Космонавтика-2015». – М.: Люксор, 2015. - 520 с.

2. Клягин, В.А., Петров, И.А. Математическая модель для автоматизированной компоновки блоков бортового радиоэлектронного оборудования на ранних этапах проектирования ЛА / В.А. Клягин, И.А. Петров / в сб.: Гагаринские чтения – 2016 XLII международная молодежная научная конференция: сборник тезисов докладов. Том 3. – М.: МАИ. - 750 с.

3. Клягин, В.А., Петров, И.А., Шкурин, М.В. Анализ размещения блоков бортового радиоэлектронного оборудования на самолетах / В.А. Клягин, И.А. Петров, М.В. Шкурин // Труды МАИ. – 2017. – № 95. – 22 с.

4. Петров, И.А, Клягин, В.А. Дискретная модель компоновки БРЭО для ранних этапов проектирования ЛА/И.А. Петров, В.А. Клягин // Полет. – 2017. – №9.

5. Петров, И.А., Клягин, В.А. Оптимизация методики автоматизированной

компоновки блоков БРЭО в 1D постановке за счёт отсечения по предельной длине межотсечных коммуникаций / В.А. Клягин, И.А. Петров // Гагаринские чтения XLIV международная молодежная научная конференция: сборник тезисов докладов. Том 1. – М.: МАИ, 2018. – 393 с.

6. Петров, И.А., Клягин, В.А., Серебрянский, С.А., Лаушин, Д.А. Методика решения задачи автоматизированной компоновки блоков БРЭО последовательными приближениями на основе дискретной модели их размещения на базовых плоскостях отсеков /И.А. Петров, В.А. Клягин, С.А. Серебрянский, Д.А. Лаушин // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2018. – №54.

**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** – акционерного общества «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ», (АО «РСК «МиГ»). **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. В работе не показано как формализованы и учитываются такие требования-ограничения как способы монтажа и демонтажа при эксплуатации ЛА;
2. В работе не приведены обобщенные весовые характеристики получаемых компоновочных решений и не показана их взаимосвязь с массово-инерционными и центровочными характеристиками ЛА.

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Долженкова Николая Николаевича**, доктора технических наук, генерального конструктора МФБН АО «Кронштадт». **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. Область применения предлагаемой методики – только ранние этапы (эскизный и технический проект). Методика достаточно ограничена и не может применяться на более поздних этапах;
2. Не учитываются центровочные характеристики;

3. Реализация электромагнитной совместимости в виде задания пороговых воздействий недостаточна;

4. Эмуляция резервируемости (защищенности) недостаточна;

5. Некоторые блок схемы в третьей главе сложно читаются из-за неудачного формата;

**Отзыв на диссертацию официального оппонента Киселева Михаила Анатольевича** – доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Аэродинамика, конструкция и прочность ЛА» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», по совместительству главного научного сотрудника ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем». **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. В работе автор не затрагивает современные стандарты (VITA42,46,48 и др.), используемые при создании КБО по концепции интегрированной модульной авионики (ИМА). На основании этой концепции выполнены проекты современных ВС, таких, например, как Boeing 787, Airbus A380, RRJ-95, Т-50 и др. Также в анализируемом автором в п. 2.3 диссертации перечне ВС не представлены самолеты, разработанные в XXI веке;

2. В работе отсутствует список сокращений, однако используются без расшифровки сокращения, которые нельзя отнести к общепринятым, например, ЭМ, КО и др. Следует также отметить наличие недочетов в отдельных математических выражениях на стр. 16 в п. 1, 3, 4

3. В работе не в полной мере раскрыт порядок действия пользователя при поиске рациональных решений при автоматизированной компоновке БРЭО в соответствии с предлагаемой автором методики

**Отзыв на автореферат диссертации ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация», г. Москва, утвержденный В.В. Коротковым** – кандидатом технических наук, генеральным конструктор – заместителем генерального директора. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. Выбранные алгоритмы не позволяют эффективно компоновать прямоугольные блоки в отсеках сложной формы;

2. При анализе статистики по размещению БРЭО приведены только военные самолеты и нет информации по гражданским судам;

**Отзыв на автореферат диссертации АО «Экспериментальный машиностроительный завод им. В.М. Мясищева», г. Жуковский Московской области, утвержденный А.Г. Арутюновым – кандидатом технических наук, заместителем управляющего директора по перспективным разработкам. Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. Методика не учитывает массу блоков и соответственно центровку самолета на этапе компоновки БРЭО;

2. Алгоритмы упаковки могут использоваться только для объектов простой формы;

3. Область применения методики ограничена ранними этапами жизненного цикла ЛА и не предусматривает вопросов эксплуатационной технологичности.

**Отзыв на автореферат диссертации ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, подписанный И.С. Моисеевой – кандидатом технических наук, 72 кафедра «Авиационные комплексы и конструкции ЛА», доцентом и Д.В. Верещиковым – кандидатом технических наук, доцентом, 72 кафедра «Авиационные комплексы и конструкции ЛА», начальником кафедры и утвержденный И. Шуклиным – кандидатом технических наук, доцентом, ВРИО заместителя начальника ВУНЦ ВВС «ВВА» по учебной и научной работе. Отзыв положительный.** Имеется замечание: методика не учитывает возможные «тройки» и не позволяет учитывать соединительные элементы, такие как разъемы, колодки, компенсационные петли и др. элементы. Кроме того, методика не рассматривает оптимизацию кабельной сети за счет изменения соединений между блоками

**Отзыв на автореферат диссертации ФГБУ «ЦНИИ ВВС», г. Щелково Московской области, подписанный: А.Н. Ильговым – кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником 22 НИО 2 НИУ НИЦ ЦНИИ ВВС; Е.С.**



Прусовым – начальником 22 НИО 2 НИУ НИЦ ЦНИИ ВВС; Н.П. Ливинцевым – кандидатом технических наук, заместителем начальника НИЦ ЦНИИ ВВС, и утвержденный В.А. Панковым – кандидатом технических наук, заместителем начальника ФГБУ «ЦНИИ ВВС» по научной работе. **Отзыв положительный.** Имеется замечание: не учитывается различная частота доступа к блокам, а также учет зазоров для обслуживания выполняется с недостаточной точностью.

**Отзыв на автореферат диссертации войсковой части 15650**, г. Ахтубинск, подписанный: С.В. Николаевым – кандидатом технических наук, доцентом, начальником научно-испытательного отдела ЛИЦ В/Ч 15650; В.Б. Терентьевым – доктором технических наук, доцентом, ведущим научным сотрудником В/Ч 15650; Канышевым А.В. – ВРИО заместителя начальника ЛИЦ В/Ч 15650 по ИМ и НИР, и утвержденный А. Цоем – ВРИО начальника ЛИЦ В/Ч 15650. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. Не учитывается различная частота доступа к блокам;
2. Не поддерживаются сложные способы установки блоков;
3. Недостаточно подробно моделируются ограничения в части надежности и защищенности блоков.

**Отзыв на автореферат диссертации ПАО «Корпорация «Иркут»**, г. Москва, утвержденный К.Ф. Поповичем – кандидатом технических наук, заместителем генерального директора по разработке АТ – директором инженерного центра – главным конструктором МС-21. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. Практическое применение предлагаемой методики на этапе аванпроекта может быть ограничено неопределенностью элементного состава БРЭО, отсутствием формализованных функциональных связей и канального распределения трасс.

2. При решении оптимизационной задачи по распределению блоков требуется наличие исходных данных не ниже этапа технического проекта (схемы, таблицы соединений) для корректного ранжирования вариантов по массе.

3. Для многих типов ЛА компоновка блоков БРЭО связана с задачей обеспечения необходимой центровки. Следует расширить алгоритмическую часть включением/контролем дополнительных ограничений (значений заданного диапазона) или коррекцией функции цели (центровки).

4. При решении задачи на первоначальном этапе (в одномерной постановке) необходимо предусмотреть возможность наложения ограничения на длину связи – ограничения типа «антенна-блок» - влияющие на допустимое отнесение блоков друг относительно друга.

5. При решении задачи компоновки в плоскости отсека (2D этап) в алгоритме не учтено размещение (ранжирование) блоков с учетом требований к принудительному охлаждению (продуву). Также необходимо предусмотреть включение в алгоритм выполнение требований по каналному разнесению блоков для обеспечения живучести (обеспечение минимально допустимого расстояния между блоками).

**Отзыв на автореферат диссертации АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»**, подписанный М.В. Прушинским – заместителем начальника направления электрорадиосистем и утвержденный А.В. Владимировым – заместителем генерального конструктора – начальником службы КБ «Салют». **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. Алгоритм не учитывает возможность поворота блоков;
2. Алгоритм не учитывает возможность размещения блоков с учетом запрета передвижения части из них;
3. Представленные алгоритмы недостаточно эффективно работают с отсеками сложной формы.

**Отзыв на автореферат диссертации АО «Гражданские самолеты Сухого»**, подписанный К.А. Кузнецовым – главным конструктором по программе SSI-75 и Ю.В. Бухаревым – начальником НИО проектирования бортового радиоэлектронного оборудования, и утвержденный А.О. Недосекиным – ВрИО заместителя генерального директора по разработке. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:

1. Требуется полный состав БРЭО;
2. Алгоритм не учитывает возможность поворота блоков;
3. Алгоритм не учитывает требования трассировки, обусловленные: нелокализованным разрушением ротора газотурбинного маршевого двигателя, разлетом реборды и пневматика шасси, распределением потребителей электроэнергии по источникам;
4. Длительное время, необходимое для разработки исходных данных.

**Отзыв на автореферат диссертации АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро», г. Раменское Московской области, подписанный А.В. Бабиченко – доктором технических наук, директором учебно-научного центра и А.В. Некрасовым – кандидатом технических наук, ученым методистом учебно-научного центра, и утвержденный Г.И. Джанджгавой – доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ, генеральным конструктором. **Отзыв положительный.** Имеются замечания:**

1. Критерии оптимизации для двух этапов неполны – из автореферата остается неясно, как учитываются такие факторы, как тепловыделение, энергопотребление, ЭМС, устойчивость к ВВФ и т.д., поскольку за основу взят не самый значительный фактор минимизации массы проводов;

2. Нет указаний на условия достижимости оптимального решения и прекращения итерационных процедур при использовании различных факторов, равно как и их веса в процессе оптимизации;

3. Предложенные модели блоков БРЭО носят в целом геометрический характер, не учитывая другие характеристики;

4. На рис. 7 автореферата не раскрыты обозначения;

5. Большинство рисунков недостаточно прокомментированы в тексте.

**Выбор официальных оппонентов обоснован тем, что официальные оппоненты являются высокопрофессиональными специалистами в области исследований диссертационной работы. Долженков Н.Н. имеет ученую степень доктора технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов, является генеральным**

конструктором и его должностные обязанности тесно связаны с разработкой компоновок беспилотных летательных аппаратов. За предыдущие 5 лет имеет научные публикации в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных Web of Science и Scopus, а также входящих в Перечень ВАК РФ рецензируемых научных изданий. Тематика публикаций связана с направлением исследований диссертации.

**Киселев Михаил Анатольевич** имеет ученую степень доктора технических наук по специальностям 20.02.14 – Вооружение и военная техника, комплексы и системы военного назначения» и 20.02.15 – Гидроаэродинамика, динамика движения и маневрирование боевых средств, внешняя баллистика. Научная работа М.А. Киселева тесно связана с разработкой методик оптимизации элементов ЛА, а также комплексированием БРЭО. За предыдущие 5 лет имеет 11 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 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 ноября 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.

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

– **разработана** методика автоматизированной компоновки блоков бортового радиоэлектронного оборудования и трассировки коммуникаций на этапах разработки ЛА;

– **предложены** оригинальные способы упрощения (дискретные модели) компоновки, а также новый способ декомпозиции задачи компоновки ЛА на этапы;

– **доказана** перспективность использования одномерной и плоскостной дискретной модели компоновки, позволяющей применять методы комбинаторной оптимизации;

– **новые понятия** не вводились;

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

– **разработано** научно-методическое обеспечение для автоматизации процесса компоновки блоков бортового радиоэлектронного оборудования и трассировки коммуникаций на этапах разработки ЛА;

– **изложена** гипотеза о сходстве формализованной задачи компоновки комплекса БРЭО и типовых задач комбинаторной оптимизации;

– **изучена** корреляция подпроцессов компоновки БРЭО и широко распространённых алгоритмов решения типовых задач комбинаторной оптимизации;

– **доказано**, что большинство блоков БРЭО на различных ЛА размещается на стеллажах, поэтому для ранних этапов проектирования ЛА можно использовать предложенные дискретных модели компоновки БРЭО.

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

– **разработана** новая технология автоматизированного решения задачи компоновки блоков БРЭО;

– разработанная технология **внедрена** в ПАО «Ил» при выполнении эскизного проекта перспективного среднего военно-транспортного самолета, причем с помощью предлагаемой методики удалось создать вариант компоновки со сниженной на 37% массой межотсечных коммуникаций;

– **созданы** алгоритмы и специальное ПО, которые позволяют снизить массу межотсечных коммуникаций, а также стоимость и сроки разработки, снизить влияние человеческого фактора и в целом повысить качество компоновки;

– **представлены** рекомендации по определению оптимального по массе межотсечных коммуникаций размещения блоков БРЭО с учетом электромагнитной совместимости, тепловыделения блоков и воздействия в отсеке.

## **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

– **теоретические выводы**, в частности, математические модели, расчетные методики и результаты расчетов и их анализа, получены достоверными методами на основе достоверных данных, описывающих изучаемый процесс и отвечающих поставленным целям и задачам работы; разработанные в ходе исследования расчетные методики **апробированы** в ПАО «Ил» при проектировании перспективного среднего военно-транспортного самолета; основные положения и результаты работы **опубликованы** в рецензируемых научных журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, а также **доложены** на конференциях, семинарах и научно-техническом совете.

**Личный вклад** соискателя заключается в анализе ограничений исходя из существующей нормативной документации и предложении новых дискретных моделей; разработке методики поэтапного решения задачи; выборе и адаптации подходящих алгоритмов из комбинаторной оптимизации; сборе статистики размещения БРЭО, показавшей корректность сделанных предположений; проведении верификации, тестирования и апробации алгоритмов; разработке специального ПО.

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 24 октября 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Петрову И.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 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 – 17; против – 0; недействительных бюллетеней – 0.

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

Ю.И. Денискин

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

А.Р. Денискина

И.о.начальника отдела УДС МАИ  
Т.А. Аникина

