

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.03

Соискатель: Петров Андрей Владимирович

Тема диссертации: «Методика и алгоритмы синтеза многоуровневой системы материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники для выполнения контрактов жизненного цикла»

Специальность: 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 15 июня 2023 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Петрову Андрею Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников, В.А. Воронцов, В.Н. Евдокименков, А.В. Ефремов, С.Ю. Желтов, К.А. Занин, А.И. Кибзун, М.С. Константинов, С.Н. Падалко, В.В. Пасынков, В.Г. Петухов, В.Н. Почукаев, В.В. Родченко, Г.Г. Себряков, Ю.В. Тюменцев.

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.327.03, д.т.н., доцент

  А.В. Старков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.03

созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 15.06.2023 г., протокол № 9

О присуждении **Петрову Андрею Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика и алгоритмы синтеза многоуровневой системы материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники для выполнения контрактов жизненного цикла» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) принята к защите «16» марта 2023, протокол № 2, диссертационным советом 24.2.327.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт), 125993, Москва, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Петров Андрей Владимирович, «19» августа 1978 года рождения. В 2000 г. окончил Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, специальность «Прикладная математика», квалификация – «Математик, системный программист». В 2021 году прошел промежуточную аттестацию в качестве экстерна в аспирантуре Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (с 15.03.2022 г. преобразован в Федеральное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем») по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре с 13.05.2021 г. по 12.11.2021 г., приказ ФГУП «ГосНИИАС» от 13.05.2021 г. №146, по направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах» по направленности (научной специальности) 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)» (справка о сдаче кандидатских экзаменов №1/2023 от 25 января 2023 г.). С 2022 года проходит обучение в аспирантуре

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по научной специальности 2.3.7. «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования» и сдал кандидатский экзамен по дисциплине 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (справка о сдаче кандидатского экзамена №115 от 29 декабря 2022 г.).

В период подготовки диссертации соискатель Петров Андрей Владимирович работал в должности советника по исследованиям и разработкам в группе советников в Акционерном обществе «Научно-исследовательский центр «Прикладная Логистика» (АО НИЦ «Прикладная Логистика»), также работал в МАИ на кафедре «Прикладная информатика» в должности ассистента по совместительству. В настоящее время соискатель работает в должности советника по исследованиям и разработкам в группе советников в АО НИЦ «Прикладная Логистика», также работает в МАИ на кафедре «Прикладная информатика» в должности ассистента по совместительству.

Диссертация выполнена в МАИ на кафедре «Прикладная информатика» института №6 «Аэрокосмический».

Научный руководитель – доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по направлению маркировка Общества с ограниченной ответственностью «Элемент-Инжиниринг», по совместительству профессор кафедры «Прикладная информатика» МАИ, Буряк Юрий Иванович.

Официальные оппоненты:

1. Мухин Иван Ефимович – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, главный конструктор специальных проектов Акционерного общества «Авиаавтоматика» имени В.В. Тарасова», по совместительству профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет».

2. Благодаряшев Игорь Вадимович – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, начальник отделения мониторинга программ беспилотных авиационных систем департамента беспилотных авиационных систем Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского».

Все оппоненты дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации (ФГБУ ЦНИИВВС (Минобороны России)) г. Москва, в своем положительном отзыве, обсужденном на заседании научно-технического совета учреждения (протокол №4 от 15.05.2023 г.), подписанном заместителем начальника научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) ФГБУ ЦНИИВВС (Минобороны России) по научной работе, кандидатом технических наук А.П. Скиданом, главным научным сотрудником научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) ФГБУ ЦНИИВВС (Минобороны России), профессором, заслуженным деятелем науки Российской Федерации, доктором технических наук В.А. Горшковым, ведущим научным сотрудником научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) ФГБУ ЦНИИВВС (Минобороны России), кандидатом технических наук В.Ф. Иншаковым, ведущим научным сотрудником научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) ФГБУ ЦНИИВВС (Минобороны России), доцентом, кандидатом технических наук В.В. Ениным и утвержденным заместителем начальника ФГБУ ЦНИИВВС (Минобороны России) по научной работе И. Мараховским, указала, что диссертация Петрова Андрея Владимировича на тему «Методика и алгоритмы синтеза многоуровневой системы материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники для выполнения контрактов жизненного цикла» является самостоятельной и завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей новые научные результаты, имеющей теоретическую и практическую значимость. Работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки). Диссертация отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Петров Андрей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки).

Соискатель имеет 33 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 15 работ, включающих 4 статьи опубликованных в рецензируемых

научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

Статьи в рецензируемых журналах перечня ВАК:

1. Буряк Ю.И., Михальченко И.Н., Петров А.В. Автоматизированная технология управления интегрированными процессами технического обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения. // Автоматизация в промышленности, 2022. - №3. – с.38-44. (0,5 с.авт., №126 в перечне ВАК от 20.12.2022 г.).

Представлено описание алгоритма совместной оптимизации параметров многоуровневой системы материально-технического обеспечения (МТО) и производственных мощностей региональных сервисных центров, описаны основные положения методики расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации.

2. Чмыхов А.В., Дядищев А.В., Петров А.В. Нормативные документы в области интегрированной логистической поддержки и практика их применения для изделий авионики. // Авиакосмическое приборостроение, 2016. - №1. - с. 43-52. (0,5 с.авт., №1909 в перечне ВАК от 19.04.2016 г.).

Представлено описание концепции проектирования региональных сервисных центров с использованием технологий анализа логистической поддержки и с учетом методов технической эксплуатации изделий авионики.

3. Петров А.В. Методы расчета и анализа прямых затрат на техническую эксплуатацию сложной машиностроительной продукции. // Информационные технологии в проектировании и производстве, 2012. - №1. - с. 71-76. (0,3 с.авт., №1058 в перечне ВАК, действующем до 30.11.2015 г.).

Представлено описание методики расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации парка изделий в течение заданного периода эксплуатации.

4. Петров А.В. Применение методов имитационного моделирования при выполнении анализа логистической поддержки наукоемких изделий. // Информационные технологии в проектировании и производстве, 2011. - №4, с. 26-31. (0,3 с.авт., №1058 в перечне ВАК, действующем до 30.11.2015 г.).

Представлено описание типовых условий контрактов жизненного цикла для авиационной техники и методы расчета эксплуатационно-технических характеристик, применяемых в этих контрактах.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1) Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации, ведущая организация. Отзыв положительный.

Замечания по диссертационной работе:

1. В первой главе автором рассмотрен наиболее распространенный тип контрактов жизненного цикла с гарантией коэффициента эксплуатационной готовности. При этом очевидно, что предложенные автором алгоритмы могут использоваться и в других типах сервисных контрактов, о которых нет упоминаний в диссертации.

2. В разделе 2.4 автором не указано, каким конкретно способом выбирается наилучшая комбинация коэффициентов готовности МТО на 2-м и 3-м уровнях системы.

3. В работе не учитывается влияние перечня допустимых отказов, с которыми разрешена эксплуатация АТ, на процессы материально-технического обеспечения.

4. В работе не рассмотрена возможность приостановки эксплуатации отдельных воздушных судов из парка с их использованием в качестве «донора» запасных частей.

5. В третьей главе следовало бы перечислить, как результаты синтеза системы МТО отражаются в конкретных видах эксплуатационных документов, что существенно повысило бы практическую ценность работы.

6. При оформлении списка литературы автором допущены незначительные отклонения от требований ГОСТ.

2) Мухин Иван Ефимович, официальный оппонент, доктор технических наук, старший научный сотрудник. Отзыв положительный, заверен начальником управления кадров и делопроизводства Акционерного общества «Авиаавтоматика» им. В.В. Тарасова» Е.Г. Останиной.

В качестве замечаний по диссертации и автореферату необходимо отметить следующее:

1. Результаты исследований в диссертационной работе были бы наиболее полными и максимально приближены для практического применения, если бы

была разработана модель совокупной стоимости владения летательными аппаратами на весь жизненный цикл.

2. Не обосновано преимущество предлагаемого метода определения параметров системы МТО на базе метода градиентного спуска, хотя существует множество других (методы множителей Лагранжа, вариационные, случайного поиска и др.).

3. Математическая модель на базе алгоритма оптимизации параметров МТО была бы наиболее полная, если бы учитывала затраты на обеспечение практически необходимой системы информационной связи между рассматриваемыми четырьмя уровнями МТО.

4. На стр. 43 приведены статистические данные о количестве отказов самолетов семейства Ту-204, на основании которых рассчитана средняя наработка на отказ, но при этом не указана необходимая для такого расчета суммарная наработка парка.

5. На стр. 50 автор не пояснил, каким образом применение электронных эксплуатационных дел воздушного судна и интерактивных электронных технических руководств позволяет оценивать параметры безотказности, эксплуатационной и ремонтной технологичности.

6. В описании алгоритма оптимизации параметров многоуровневой системы МТО (стр. 97) автор принимает интенсивность отказов компонентов за постоянную величину, что справедливо в большинстве случаев. При этом в диссертации автору следовало бы отметить возможность изменения интенсивности отказов компонентов во времени со ссылкой на известные методы сведения такого потока отказов к стационарному.

7. В формуле (1.1) по тексту диссертации присутствует ошибка в обозначении переменной N .

3) Благодарящев Игорь Вадимович, официальный оппонент, кандидат технических наук, доцент. **Отзыв положительный**, заверен начальником отдела кадров Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» А.С. Никифоровым.

По содержанию диссертационной работы можно высказать следующие замечания:

1. При описании задач анализа логистической поддержки в тексте (стр.20) упоминается методика MSG-3, а на рисунке 1.1 методика RCM. При этом в тексте нигде не упомянуто, что методика MSG-3 является одной из разновидностей методики RCM.

2. В первой главе автором упомянута классификация данных анализа логистической поддержки (раздел 1.2.3, стр.39-40), при этом в описании разработанной автором информационной модели (раздел 2.3, стр.78-90) эта классификация не используется.

3. При описании программного комплекса (раздел 3.1, стр.112-127) следует более подробно указывать, какой программный компонент реализует какую конкретно методику, алгоритм или раздел информационной модели со ссылками в соответствующие разделы второй главы диссертации.

4. Для оценки экономической эффективности предложенных автором подходов следовало бы разработать формальную методику, позволяющую сравнивать эффективность различных решений по МТО эксплуатации.

4) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук» (ИПУ РАН), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан главным научным сотрудником, доктором технических наук, профессором В.Н. Бурковым, заверен ведущим инженером по обработке информации ИПУ РАН Л.Л. Заложневой.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Недостаточно обоснован выбор начального вектора в алгоритме оптимизации параметров многоуровневой системы МТО.

2. Не в полной мере объяснено, каким образом осуществляется выбор оптимального варианта распределения составных частей по уровням ТОиР для диапазонов значений коэффициента готовности МТО при помощи графиков.

5) Публичное акционерное общество «Объединенная авиастроительная корпорация» ОКБ Сухого, отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан начальником НИО ИЛП, доцентом, кандидатом технических наук В.И. Бутылиным, заверен Первым заместителем управляющего директора - Директором ОКБ Сухого Публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» М.Ю. Стрельцом.

Вместе с тем к автореферату имеются следующие замечания:

1. Не показано, каким образом результаты анализа логистической поддержки изделия на стадии его разработки используются при решении задачи синтеза системы МТО.

2. Не рассмотрены вопросы влияния данных о фактической эксплуатации, собираемых в ходе мониторинга эксплуатации, на параметры системы МТО.

б) Публичное акционерное общество «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина» (ПАО «Ил»), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан главным конструктором С.В. Ганиным, заверен начальником отдела кадров ПАО «Ил» И.Ю. Сафроновой.

В качестве замечаний к автореферату необходимо отметить следующее:

1. Автореферат не дает полного представления о составе данных в разработанной информационной модели.

2. В описании разработанного программного комплекса не указано, как перечисленные программные компоненты взаимодействуют между собой.

7) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заведующим кафедрой «Анализ конкурентных систем» №65, кандидатом технических наук А.А. Артамоновым, заверен начальником отдела документационного обеспечения организационно-правового департамента НИЯУ МИФИ О.П. Нейко.

В качестве замечаний к автореферату можно отнести следующее:

1. В автореферате не в полной мере раскрыты методики расчета всех упомянутых в нем статей затрат.

2. Материал автореферата не раскрывает содержание программных компонентов, реализующих предложенные в работе методики, алгоритмы и информационную модель.

8) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан главным научным сотрудником - руководителем лаборатории информационных технологий в системном анализе и моделировании, доктором технических наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ Б.В. Соколовым, заверен начальником отдела кадров СПб ФИЦ РАН Д.В. Токаревым.

В качестве замечаний по автореферату можно выделить следующее:

1. В работе не рассматривается возможность изменения параметров надежности составных частей, например интенсивности (параметра потока) отказов, во времени.

2. Не в полной мере описано множество постоянных параметров, играющих роль факторов окружающей среды в математической модели описания многоуровневой системы МТО.

9) Акционерное общество «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (АО «РПКБ»), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан главным конструктором, профессором, доктором технических наук М.И. Ореховым и заместителем главного конструктора, старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук А.В. Дядищевым, утвержден заместителем директора по НИОКР по научной работе, доктором технических наук А.В. Бабиченко, заверен начальником отдела управления персоналом АО «РПКБ» О.В. Гореликовой.

Автореферат в достаточной степени раскрывает содержание диссертации, написан в научном стиле технически грамотным языком. Вместе с тем, необходимо отметить следующие недостатки:

1. Не уделено внимание вопросам изменения структуры и параметров системы МТО при переходе к методам эксплуатации воздушных судов по техническому состоянию.

2. Недостаточно полно рассмотрена взаимосвязь задачи синтеза системы МТО с другими задачами интегрированной логистической поддержки.

3. Из содержания автореферата нельзя уяснить, проводились ли исследования влияния сроков хранения ремонтного ЗИП, материалов с ограниченными сроками хранения на формирование начального склада.

10) Акционерное общество «Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова» (АО «ЛИИ им. М.М.Громова»), отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником научно-исследовательского отделения №4 научно-исследовательского центра, старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук А.Н. Петровым и начальником лаборатории №41, старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук Ю.А. Ялзой, заверен первым заместителем генерального директора по науке – начальником НИЦ АО «ЛИИ им. М.М.Громова», кандидатом технических наук К.В. Деевым.

По автореферату можно отметить следующие недостатки:

1. Методика расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации изложена в автореферате весьма лаконично (общая структура затрат и формула для расчета неплановых затрат на запасные части и расходные

материалы), что не позволяет в полной мере оценить способ расчета других составляющих затрат и учета влияния выбранных методов технической эксплуатации составных частей ВС.

2. Не рассмотрен метод оценки экономического эффекта, связанного с применением предложенных автором методов и средств, хотя приведена точечная оценка такого экономического эффекта для одного из примеров (снижение затрат на обеспечение технической эксплуатации ряда изделий, составляющее 12%).

11) Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ)), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан профессором кафедры ТПС РОАТ, старшим научным сотрудником, доктором технических наук А.Т. Осяевым, заверен заместителем директора по учебно-методической работе Российской открытой академии транспорта РУТ (МИИТ) С.Н. Климовым.

К автореферату имеются следующие замечания:

1. Не указано, как соотносятся четыре упомянутых во вводной части автореферата уровня системы технической эксплуатации и четыре уровня системы материально-технического обеспечения, рассмотренные в описании алгоритма оптимизации параметров этой многоуровневой системы.

2. В описании алгоритма оптимизации параметров многоуровневой системы МТО не указано, каким образом выбирается наилучшая комбинация коэффициентов готовности системы МТО на 2-м и 3-м уровнях системы.

12) Акционерное общество «Национальный центр вертолетостроения им. М.Л. Миля и Н.И. Камова» (АО «НЦВ Миль и Камов»), отзыв на автореферат. Отзыв положительный, подписан заместителем главного конструктора по эксплуатации – начальником КБ В.Ю. Войцеховским и главным специалистом КБ-11.3, кандидатом технических наук Д.В. Андреевым, утвержден главным конструктором по эксплуатации и ППО С.А. Щадневым, заверен начальником службы кадров АО «НЦВ Миль и Камов» Г.И. Нырковой.

Наряду с указанными достоинствами, имеются следующие замечания к автореферату:

1. Не показано, как выбор того или иного уровня ремонта составных частей ВС влияет на номенклатуру запасов на каждом уровне системы МТО.

2. В автореферате недостаточно полно отражен состав и функциональность разработанных программных компонентов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью, имеющимся у них большим опытом научных исследований и разработок в области технической эксплуатации авиационной техники, включая анализ систем технического обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения эксплуатации, в том числе в области, соответствующей паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки), и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

ФГБУ ЦНИИВВС (Минобороны России) является головной организацией в области военно-научного сопровождения работ по созданию авиационной техники военного назначения и разработки научно-методических основ ее эффективной эксплуатации в Вооруженных силах РФ, в том числе в области исследования математических методов моделирования, анализа и синтеза организационно-технических систем обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения эксплуатации. Заключение по диссертационной работе обсуждено и подписано учеными-сотрудниками научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область), которые непосредственно занимаются вопросами повышения эффективности эксплуатации авиационных комплексов, в их числе В.А. Горшков – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, признанный эксперт в области математического моделирования и анализа сложных технических систем.

Мухин Иван Ефимович – автор более 50 работ, в том числе патентов на изобретения и программ для ЭВМ. Специалист в области диагностики и прогностики технического состояния авиационных систем на стадии их эксплуатации. И.Е. Мухин являлся одним из основных разработчиков автоматизированной системы интегрированной логистической поддержки технической эксплуатации вертолетной техники, включающей в себя средства информационной поддержки процессов материально-технического обеспечения.

Благодарящев Игорь Вадимович – автор более 60 научных и учебно-методических работ, в том числе патентов на изобретения и программ для ЭВМ. Занимается исследованиями в области разработки и применения беспилотных авиационных систем, моделирования процессов их эксплуатации и оценки технических характеристик.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Евдокименков Вениамин Николаевич	д.т.н., 2.3.1
Занин Кирилл Анатольевич	д.т.н., 1.2.2
Родченко Владимир Викторович	д.т.н., 2.3.1
Малышев Вениамин Васильевич	д.т.н., 2.5.16
Падалко Сергей Николаевич	д.т.н., 1.2.2

Диссертационный совет отмечает, что диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, а **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем**, могут быть сформулированы следующим образом:

1. Разработана математическая модель многоуровневой системы материально-технического обеспечения и алгоритм выбора рационального распределения работ по ремонту составных частей воздушного судна между уровнями этой системы, позволяющий на основе этого выбора при помощи методов дискретной оптимизации одновременно определить оптимальные производственные мощности сервисных центров и объемы запасных частей на каждом уровне системы материально-технического обеспечения.

2. Предложен модифицированный алгоритм оптимизации параметров многоуровневой системы материально-технического обеспечения для новой постановки задачи, в которой в качестве критерия оптимизации выступают суммарные затраты на обеспечение технической эксплуатации в течение всего срока службы воздушного судна, что позволяет учесть все связанные с материально-техническим обеспечением элементы затрат в рамках контрактов жизненного цикла.

3. Разработана методика расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации воздушных судов, позволяющая оценивать различные элементы затрат с учетом данных о показателях безотказности, ремонтпригодности, долговечности, эксплуатационной и ремонтной технологичности воздушного судна и его составных частей, а также параметров работ планового и непланового технического обслуживания, стоимостных и логистических параметров системы материально-технического обеспечения.

4. Разработана дополненная информационная модель анализа логистической поддержки для структурированного хранения множества параметров системы материально-технического обеспечения и программный комплекс, позволяющий исследовать зависимость затрат на обеспечение

технической эксплуатации от размера парка воздушных судов и требований к коэффициенту эксплуатационной готовности.

Новизна полученных результатов заключается в том, что впервые поставлена и решена задача определения структуры и параметров системы материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники, адаптированной под конкретные требования и ограничения, установленные условиями контрактов жизненного цикла. При этом впервые задача одновременного определения производственных мощностей сервисных центров и объемов запасных частей в многоуровневой системе материально-технического обеспечения решена комплексно, на основе формальных методик и алгоритмов решения комбинаторной задачи поиска наилучшего распределения работ по ремонту составных частей воздушного судна по уровням этой системы по критерию минимизации суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации.

Теоретическая значимость заключается в развитии прикладных методов системного анализа применительно к решению задач оптимизации объемов запасных частей и производственных мощностей сервисных центров в многоуровневых системах материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники. В основе этих методов лежит поиск с использованием алгоритмов комбинаторной оптимизации наилучших уровней ремонта составных частей воздушных судов, выполняемый на основе обработки информации о параметрах воздушного судна, его составных частей и параметрах системы материально-технического обеспечения его эксплуатации.

Практическая значимость работы заключается в создании методического и программного обеспечения, которое непосредственно используется предприятиями авиационной промышленности, осуществляющими послепродажное обслуживание поставляемой авиационной техники, в том числе на основе контрактов жизненного цикла в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28.11.2013 г. №1087, для повышения эффективности процессов технического обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения эксплуатации. Разработанный программный комплекс использовался при анализе эксплуатационных расходов вертолетов Ми-38 и Ми-171А2 на этапе разработки и анализе путей их снижения, а также включен в состав автоматизированной информационной системы интегрированной логистической

поддержки ПАО «Компания Сухой», успешно прошедшей испытания и включенной в промышленную эксплуатацию.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается следующими актами о внедрении результатов диссертационной работы и свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ:

1. Акт о внедрении результатов диссертационной работы в Акционерном обществе «Национальный центр вертолетостроения им. М.Л. Миля и Н.И. Камова» от 18.01.2023 г.

2. Акт научно-технической комиссии о реализации результатов диссертационной работы в Публичном акционерном обществе «Объединенная авиастроительная корпорация» ОКБ Сухого.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014613590 от 04.04.2014г. Бороздин Д.Н., Карасев В.О., Акуленко А.А., Петров А.В., Чердакова Е.В., Буряк Ю.И. «Модуль расчета затрат на техническое обслуживание авиационных комплексов - комплекс интегрированной логистической поддержки (КИЛП-ПЗТО)».

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014613953 от 14.04.2014г. Бороздин Д.Н., Карасев В.О., Акуленко А.А., Петров А.В., Буряк Ю.И., Бутылин В.И. «Модуль разработки плана материально-технического обеспечения эксплуатации авиационных комплексов - комплекс интегрированной логистической поддержки (КИЛП-МТО)».

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013617942 от 14.10.2013г. Бороздин Д.Н., Петров А.В., Карасев В.О., Лобанов А.А. и др. «Integrated Logistic Support Suite (ILS Suite), версия 1.0».

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021664222 от 25.08.2021г. Петров А.В., Бороздин Д.Н., Кобзев Д.В., Лобанов А.А., Михеев Н.А. «Программный комплекс технико-экономического моделирования процессов технической эксплуатации изделий «Mercury», версия 1».

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию в организациях, осуществляющих послепродажное обслуживание воздушных судов, таких как ПАО «Корпорация «Иркут», ПАО «Туполев», АО «НЦВ Миль и Камов» и др., а также при проведении научно-исследовательских и опытно-

конструкторских работ по созданию систем интегрированной логистической поддержки эксплуатации авиационной техники.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что основные положения диссертации опираются на современный математический аппарат и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. Соискателем разработаны и используются корректные математические модели и алгоритмы. В рамках исследования автором грамотно применены общие и специальные методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза сложных технических систем, решения задач дискретной оптимизации, обработки информации с использованием объектно-ориентированного подхода.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:

1. При анализе систем сервисного обслуживания обычно учитывается два фактора - стоимость и время обслуживания. При оптимизации системы с точки зрения затрат может сложиться ситуация, при которой время обслуживания увеличится, что снизит ценность системы. Неясно, каким образом в предлагаемых моделях учитывается время обслуживания.

2. Не показано, возможно ли применение предложенной методики не только на стадии эксплуатации, но и на других стадиях и этапах жизненного цикла, например, на этапах летных, доводочных испытаний и модернизации.

Соискатель Петров А.В. ответил на задаваемые вопросы и привел собственную аргументацию:

1. В постановке задачи минимизируются затраты при двух ограничениях - на коэффициент эксплуатационной готовности и на затраты на инфраструктуру. Как известно, коэффициент эксплуатационной готовности – это, фактически, доля времени, в течение которого изделие является работоспособным, таким образом время обслуживания учитывается в этом показателе.


2. В диссертационной работе рассматривается стадия эксплуатации, но при этом отдельные элементы предложенных подходов можно применять на стадии испытаний, где также возникают отказы и, соответственно, также требуется выполнять работы по обслуживанию и ремонту.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

На заседании 15 июня 2023 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение за **новые научно-обоснованные технические решения**, имеющие существенное значение для развития авиационной отрасли страны в части повышения эффективности технической эксплуатации авиационной техники присудить Петрову Андрею Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки), участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
24.2.327.03, д.т.н., профессор
Малышев Вениамин Васильевич



Ученый секретарь диссертационного совета
24.2.327.03, д.т.н., доцент
Старков Александр Владимирович



«15» июня 2023 г.

Начальник отдела ВУС МИИ
Т.А. Аникин

