



МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
(МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ)**

Петровско-Разумовская аллея, д. 12А,
стр. 4, г. Москва, 127083

« 14 » мая 2023 г.

Исх. № 10/1972

На № 010/1684 от 27.03.2023

Председателю диссертационного
совета 24.2.327.03 на базе
Московского авиационного
института (национального
исследовательского университета)
В.В.МАЛЫШЕВУ
Волоколамское шоссе, д.4,
г. Москва, 125993

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Высылаю отзыв ведущей организации федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации на диссертационную работу Петрова Андрея Владимировича «Методика и алгоритмы синтеза многоуровневой системы материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники для выполнения контрактов жизненного цикла», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

С уважением,

Заместитель начальника Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил (Министерства обороны Российской Федерации) по научной работе

И.Мараховский

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«18» 05 2023

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника Федерального
государственного бюджетного
учреждения «Центральный научно-
исследовательский институт Военно-
воздушных сил» Министерства
обороны Российской Федерации
по научной работе



И.Мараховский

«17» 05 2023г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения
«Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил»
Министерства обороны Российской Федерации
на диссертационную работу Петрова Андрея Владимировича
по теме «Методика и алгоритмы синтеза многоуровневой системы
материально-технического обеспечения эксплуатации авиационной техники
для выполнения контрактов жизненного цикла», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика
(технические науки)»

Диссертация Петрова А.В. посвящена решению актуальной задачи синтеза системы материально-технического обеспечения (МТО) эксплуатации авиационной техники (АТ), обеспечивающей заданные значения показателей эксплуатационной готовности при минимальных затратах. Несмотря на большой объем исследований в данной области, постоянное увеличение сложности изделий АТ и требования по снижению эксплуатационных расходов приводят к необходимости создания более гибких подходов к организации процессов технического обслуживания, ремонта (ТОиР) и МТО эксплуатации АТ, учитывающих, в том числе, размер парка АТ, его изменения во времени, сценарии эксплуатации, географическую удаленность мест базирования и т.д. Одним из путей поддержания заданного уровня технической готовности парка, находящим

все более широкое
Отдел документационного
обеспечения МАИ

18 » 05 2023г.

долгосрочных контрактов, работы по ТОиР и МТО эксплуатируемого парка выполняются силами предприятий промышленности с предоставлением покупателю АТ гарантий достижения заданных в контракте значений эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ). Для выполнения таких контрактов предприятия должны выстроить собственную многоуровневую систему технической эксплуатации, включающую в себя сервисные бригады в местах базирования АТ, региональные сервисные центры, ремонтные мощности завода-изготовителя, а также экономически эффективно распределить работы по обслуживанию и ремонту АТ между этими уровнями. Особенно актуальна такая задача для географически удаленных регионов эксплуатации, в которых развертывание региональных сервисных центров по ремонту отдельных комплектующих изделий воздушных судов (ВС) является более целесообразным, чем кратное увеличение объемов группового ЗИП.

В диссертационной работе Петрова А.В. формально, с использованием аппарата системного анализа и строгой математической логики, приводится описание модели многоуровневой системы МТО, формулируются и решаются следующие взаимосвязанные задачи:

- определение оптимального распределения работ по ремонту составных частей ВС по уровням системы;
- определение оптимальных производственных мощностей региональных сервисных центров;
- определение оптимальных запасов составных частей ВС на каждом уровне системы МТО с учетом разных стратегий их пополнения.

Для решения этих задач автором разработаны методика расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации, алгоритмы оптимизации, информационная модель и реализующий их программный комплекс.

Необходимо отметить, что несмотря на сделанный в работе акцент на выполнение требований контрактов жизненного цикла, предложенные автором методика и алгоритмы имеют, в значительной степени, универсальный характер и могут использоваться, в том числе, эксплуатирующими организациями и предприятиями промышленности в рамках обычных сервисных контрактов.

Учитывая все более широкое применение контрактов жизненного цикла для обеспечения технической эксплуатации наукоемкой техники, **актуальность** темы диссертационного исследования сомнений не вызывает.

Структура и содержание диссертационной работы

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель, поставлены задачи исследования, определена научная новизна и представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ исследований и существующих подходов к техническому обслуживанию, ремонту и материально-техническому обеспечению эксплуатации АТ. Отмечено, что в настоящее время основным инструментом для синтеза систем ТОиР и МТО являются технологии интегрированной логистической поддержки (ИЛП). Подробно рассмотрены основные этапы анализа логистической поддержки как ключевой дисциплины ИЛП, а также применение результатов анализа логистической поддержки для решения задачи синтеза структуры и параметров системы МТО.

Представлен краткий обзор используемых в отечественной и зарубежной практике методов решения задач анализа уровней ремонта составных частей изделий, определения рационального количества ремонтных ячеек в сервисном центре, расчета параметров МТО. Также проведен обзор различных подходов к построению информационных моделей для хранения исходных данных и результатов ИЛП.

На примере статистических данных об эксплуатации самолетов семейства Ту-204 рассмотрены и проанализированы основные проблемные вопросы, возникающие при обеспечении технической эксплуатации АТ. Отмечено, что одним из способов повышения эффективности использования АТ является переход к обеспечению ее эксплуатации на основе контрактов жизненного цикла. Рассмотрены типовые условия контрактов жизненного цикла, а также типовая структура программы обеспечения технической эксплуатации, являющейся приложением к контрактам жизненного цикла.

В результате проведенного в первой главе анализа автором сформулирована математическая постановка задачи синтеза многоуровневой системы МТО под типовые требования контрактов жизненного цикла.

Во второй главе подробно представлены результаты работы, составляющие научную новизну диссертационного исследования.

С использованием принципов системного анализа представлена модель описания многоуровневой системы МТО. Модель вводит функциональную зависимость затрат на обеспечение технической эксплуатации от различных

способов распределения работ по ремонту составных частей ВС по уровням системы МТО и комплекса постоянных параметров.

Предложена методика расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации. Автором проведен анализ отечественных и зарубежных нормативно-технических документов и научных работ, в результате которого перечислены основные статьи затрат, возникающие в процессе технической эксплуатации АТ. Статьи затрат структурированы по различным признакам: начальные и периодические, прямые и косвенные, затраты на оплату труда и на приобретение запасных частей и материалов. Для каждой из перечисленных статей затрат разработана и представлена математическая методика их расчета. В качестве исходных данных для расчета по методике выступают параметры, ранее перечисленные автором при описании модели многоуровневой системы МТО.

Для определения структуры и параметров многоуровневой системы МТО в работе предложены два взаимосвязанных алгоритма. Алгоритм совместной оптимизации параметров системы МТО и производственных мощностей региональных сервисных центров предназначен для выбора оптимального уровня ремонта каждой ремонтпригодной составной части ВС. В результате определяется состав пунктов по ремонту, которые следует развернуть в региональном сервисном центре. Указанный алгоритм основан на расчете и анализе т.н. «удельных весов» развертывания пункта по ремонту каждой составной части в сервисном центре. Для их расчета используется множество параметров, в том числе объемы запасов на каждом уровне системы МТО. Расчет объемов запасов предложено выполнять при помощи разработанного автором алгоритма оптимизации параметров многоуровневой системы МТО, особенностью которого является возможность поиска оптимальных параметров для длительного периода эксплуатации, в течение которого различные компоненты затрат, такие как хранение, транспортировка и т.д., могут оказывать различный вклад в их общую величину.

Учитывая, что для оценки затрат и выполнения оптимизационных расчетов используется большое количество параметров, характеризующих размер парка, сценарии его эксплуатации, надежность составных частей ВС, их стоимость, эксплуатационную технологичность, ремонтпригодность и т.п., автором справедливо отмечена необходимость использования баз данных для хранения всей совокупности взаимосвязанных параметров. Предложена информационная модель анализа логистической поддержки с новыми,

разработанными автором, сущностями и атрибутами для описания этих параметров.

Третья глава посвящена описанию разработанного автором программного комплекса и результатам его применения при планировании технической эксплуатации легкого многоцелевого вертолета VRT500.

Приведена структура программного комплекса, содержащего 11 программных компонентов, объединенных в три группы. Описание каждого программного компонента включает в себя его назначение, принцип работы и внешний вид пользовательского интерфейса с данными, наглядно демонстрирующими его функции в составе комплекса.

Практическое применение предложенных методики и алгоритмов проиллюстрировано на примере комплекса бортового оборудования вертолета VRT500. В качестве исходных данных представлены два варианта размещения объектов инфраструктуры, включая региональный сервисный центр, описаны логистические потоки, представлены характеристики составных частей, задан размер парка и сценарии его эксплуатации. В результате применения программного комплекса на этих исходных данных рассчитаны оптимальные производственные мощности сервисного центра, а также затраты на обеспечение технической эксплуатации для каждого из вариантов. Наглядно проиллюстрировано изменение затрат в зависимости от изменений размера парка и требований к коэффициенту эксплуатационной готовности.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы, определены направления дальнейших исследований.

Научная новизна диссертационной работы состоит в разработке новых методических подходов, отражающих особенности материально-технического обеспечения эксплуатации АТ в рамках контрактов жизненного цикла, основными из которых являются:

1. Модель описания многоуровневой системы МТО, устанавливающая зависимость между показателем затрат и уровнями ремонта составных частей;
2. Методика расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации, учитывающая все возникающие в ходе выполнения работ по контрактам жизненного цикла элементы затрат;

3. Алгоритм совместной оптимизации параметров системы МТО и производственных мощностей региональных сервисных центров, обеспечивающий выбор оптимального уровня ремонта составных частей ВС;

4. Алгоритм оптимизации параметров системы МТО, обеспечивающий возможность определения оптимальных объемов запасов для длительного периода эксплуатации, в течение которого разные компоненты затрат, связанных с МТО, оказывают различный вклад в их общую величину;

5. Информационная модель анализа логистической поддержки, включающая в себя сущности и атрибуты для хранения всей совокупности используемых в методике и алгоритмах параметров.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается практикой применения разработанного программного комплекса на двух ведущих отечественных предприятиях авиастроения, реализацией результатов в пяти государственных и отраслевых стандартах, корректным применением аппарата системного анализа и методов дискретной оптимизации.

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в разработке комплекса взаимосвязанных моделей, методики и алгоритмов, вносящих прикладной вклад в развитие методов системного анализа применительно к вопросам технической эксплуатации авиационной техники.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в реализации научных результатов в программном комплексе, предназначенном для использования предприятиями промышленности при планировании работ по послепродажному обслуживанию поставляемой техники.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию и дает о ней достаточно полное представление.

Результаты диссертационной работы отражены в 15 публикациях, в том числе 4-х статьях в научных журналах из перечня ВАК, 2-х монографиях, учебном пособии для ВУЗов, 4-х свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ, докладывались на 5 конференциях и мероприятиях.

Рекомендации по использованию: результаты диссертационной работы целесообразно использовать при разработке информационных систем

планирования, организации и поддержки процессов послепродажного обслуживания АТ предприятиями-производителями.

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.

Перечисленные замечания не снижают научной и практической значимости проведенного исследования и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Петрова А.В.

Выводы:

1. 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.

2. Работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки)».

3. 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)».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС № 1 научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации, протокол № 4 от 15 мая 2023 г.

Отзыв составили специалисты научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) Федерального государственного бюджетного учреждения «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации, Адрес: 127083, г. Москва, Петровско-Разумовская аллея, д. 12А, стр. 4
Адрес электронной почты: snii_vvs_2@mil.ru
Телефон: 8-495-559-00-45

Заместитель начальника научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил (Министерства обороны Российской Федерации) по научной работе, кандидат технических наук

«16» мая 2023 г.

Скидан Алексей Петрович

Главный научный сотрудник научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил (Министерства обороны Российской Федерации), доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации

«16» мая 2023 г.

Горшков Владимир Анатольевич


Ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил (Министерства обороны Российской Федерации), кандидат технических наук



Иншаков Владимир Федорович

«16» мая 2023 г.

Ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (г. Люберцы, Московская область) Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил (Министерства обороны Российской Федерации), кандидат технических наук, доцент



Енин Валерий Васильевич

«16» мая 2023 г.

С отзывом ознакомлен.

19.05.2023  -  / Мейров А. В. /