

ОТЗЫВ
официального оппонента

на диссертацию Петрова Андрея Владимировича
«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)»

Диссертационная работа Петрова А.В. посвящена вопросам повышения конкурентоспособности отечественной авиационной техники за счет достижения высокого уровня ее эксплуатационно-экономической эффективности. В соответствии с действующими нормативными документами, эксплуатационно-экономическая эффективность определяется как «мера совершенства конструкции комплекса (образца) и системы его технической эксплуатации, отражающая взаимовлияние характеристик готовности и стоимости владения». В диссертации рассматривается задача снижения затрат на обеспечение технической эксплуатации при выполнении требований в отношении уровня готовности парка авиационной техники за счет совершенствования одной из основных подсистем системы технической эксплуатации – системы ее материально-технического обеспечения (МТО). Указанная задача рассматривается автором для условий, при которых поддержание эксплуатируемой техники в исправном состоянии осуществляется предприятиями-производителями в рамках контрактов жизненного цикла. При выполнении данного типа контрактов перед предприятиями встает новый комплекс задач по созданию сервисных центров по техническому обслуживанию и ремонту (ТОиР) воздушных судов и их составных частей, созданию и обеспечению функционирования многоуровневой системы МТО эксплуатации, организации мониторинга технического состояния изделий и т.п.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«18» 05 2023.

Для принятия решений по эффективной организации процессов ТОиР и МТО требуется проанализировать большое количество данных о безотказности, контроле- и ремонтпригодности, эксплуатационной технологичности воздушного судна и его составных частей, условиях и сценариях эксплуатации парка, стоимостные и логистические параметры, регламент и технологию эксплуатации и т.д. По результатам анализа определяются, в частности, оптимальные производственные мощности региональных сервисных центров и объемы запасов на каждом уровне многоуровневой системы МТО, зависящие от стратегий их пополнения. Очевидно, что в силу очень большого количества анализируемой и обрабатываемой информации, проведение вышеупомянутого анализа невозможно без использования специализированных программных комплексов.

Необходимость решения предприятиями промышленности перечисленных задач в новых условиях, в соответствии с требованиями контрактов жизненного цикла, определяет **актуальность диссертационного исследования.**

В диссертационном исследовании представлены следующие **новые научные результаты, выносимые на защиту:**

1. Алгоритм совместной оптимизации параметров многоуровневой системы МТО и производственных мощностей региональных сервисных центров, основанный на выборе оптимального распределение работ по ремонту составных частей воздушного судна по уровням ТОиР.
2. Алгоритм оптимизации параметров многоуровневой системы МТО по критерию минимизации суммарных затрат за период эксплуатации парка авиационной техники.
3. Методика расчета суммарных затрат на обеспечение технической эксплуатации регионального парка в течение заданного периода эксплуатации.
4. Информационная модель анализа логистической поддержки.

5. Результаты применения разработанного автором программного комплекса, реализующего предложенные метод и алгоритмы.

Научная новизна исследования в целом состоит в разработке новых подходов к созданию организационно-технических систем обеспечения эксплуатации, учитывающих особенности организации послепродажного обслуживания авиационной техники предприятиями-производителями в рамках контрактов жизненного цикла. Автором разработана модель описания многоуровневой системы МТО, отражающей зависимость затрат на обеспечение технической эксплуатации от вариантов распределения работ по ремонту компонентов воздушного судна по уровням ТОиР, на основе которой разработаны методика и алгоритмы синтеза такой системы с использованием методологии системного анализа. Для хранения всей совокупности входных параметров в базах данных предложена информационная модель, разработан и апробирован реализующий модель, методику и алгоритмы программный комплекс.

Практическая значимость проведенного исследования состоит в применении полученных результатов в прикладном программном обеспечении, предназначенном для использования в составе комплекса средств информационной поддержки процессов послепродажного обслуживания авиационной техники.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций основана на корректном использовании автором теории системного анализа при постановке задачи синтеза многоуровневой системы МТО, использовании известных численных методов дискретной оптимизации для определения параметров системы МТО и комбинаторной оптимизации для определения структуры этой системы в части производственных мощностей сервисных центров.

Достоверность полученных результатов обеспечивается учетом всего множества параметров изделия, его составных частей, характеристик процессов ТОиР и МТО и иных факторов, влияющих на материально-техническое обеспечение эксплуатации, а также подтверждается практикой

применения разработанного программного комплекса на предприятиях авиастроения и реализацией результатов в нормативных документах.

Общая характеристика работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений, списка литературы из 111 позиций.

Первая глава посвящена обзору существующего методического и алгоритмического обеспечения для синтеза систем обеспечения технической эксплуатации авиационной техники и их элементов, анализу существующих подходов к обеспечению технической эксплуатации и формализации задачи диссертационного исследования. В первой части главы автором отмечено, что основным инструментом для проектирования систем технической эксплуатации изделий являются технологии интегрированной логистической поддержки (ИЛП), дан краткий обзор задач ИЛП и методик их решения, показана взаимосвязь задач ИЛП и задачи синтеза системы МТО. Во второй части главы приведен подробный обзор и анализ существующих математических методов и алгоритмов, применяемых для определения структуры и параметров системы МТО, а также используемых информационных моделей для хранения параметров расчетных моделей. В третьей части главы рассмотрены особенности обеспечения технической эксплуатации в рамках контрактов жизненного цикла и приведены основные условия этих контрактов. Автором отмечено, что структура и параметры системы МТО зависят от принятых решений в части распределения работ по ремонту составных частей воздушного судна по уровням ТОиР, сформулирована математическая постановка задачи синтеза многоуровневой системы МТО.

Вторая глава содержит основные результаты диссертационного исследования. Представлена модель описания многоуровневой системы МТО, вводящая зависимость между показателем суммарных затрат и множеством вариантов распределения работ по ремонту составных частей по уровням системы. Описана методика расчета всех элементов показателя суммарных затрат, приведенных в модели описания многоуровневой системы МТО. Для расчета затрат на приобретение начального объема запасов для каждого уровня системы МТО автором предложен алгоритм, реализующий метод

градиентного спуска и использующий в качестве целевой функции суммарные затраты на обеспечение технической эксплуатации. Представлен алгоритм совместной оптимизации параметров многоуровневой системы МТО и производственных мощностей региональных сервисных центров, позволяющий выбрать оптимальный уровень ремонта для каждой составной части и, в результате, определить мощности сервисных центров, номенклатуру и объемы запасов на каждом уровне. Хранение всего множества параметров, используемых в методике и алгоритмах, предложено осуществлять в базе данных анализа логистической поддержки, для чего автором разработана соответствующая информационная модель.

Третья глава посвящена описанию разработанного автором программного комплекса и результатам его апробации. Представлено подробное описание структуры программного комплекса и функциональности каждого из программных компонентов. Приведены исходные данные о комплексе бортового оборудования вертолета VRT500, сценариях эксплуатации парка этих вертолетов и результаты применения разработанного программного комплекса при планировании технической эксплуатации заданного парка вертолетов. Оценена экономическая эффективность предложенных подходов относительно традиционного решения задачи оптимизации одиночного и группового ЗИП по критерию минимизации их стоимости.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

Диссертация в целом написана на высоком научном уровне, снабжена достаточным количеством иллюстративного материала, содержит ссылки на источники, по структуре и содержанию соответствует поставленным целям и задачам исследования.

Автореферат, публикации и апробация работы. По материалам диссертационного исследования опубликовано 15 работ, из которых 4 в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, 3 монографии (в соавторстве), 4 публикации в других изданиях.

Автореферат в полном объеме отражает содержание диссертационной работы и позволяет ознакомиться со всеми основными ее результатами.

Результаты работы докладывались на 5 научно-технических конференциях, семинарах и других мероприятиях.

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.

Указанные замечания не снижают ценности диссертационного исследования, общей высокой оценки его новизны и практической значимости.

Заключение:

Диссертация Петрова Андрея Владимировича является самостоятельной и законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему.

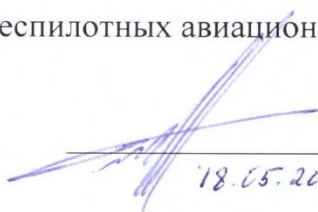
Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, опубликованы в научных изданиях, в том числе включенных в перечень ВАК, и докладывались на научно-технических конференциях и семинарах.

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

Диссертация соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года, установленным для диссертаций 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)».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, доцент,
начальник отделения мониторинга программ беспилотных авиационных систем департамента беспилотных авиационных систем



Игорь Вадимович Благодарящев

18.05.2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского»
Адрес: 125319, г. Москва, ул. Викторенко, д.7
E-mail: blagodaryashcheviv@nrczh.ru
Телефон: 8 (495) 234-00-77 (1011)

Подпись Игоря Вадимовича Благодарящева удостоверяю

Начальник отдела кадров



А.С. Никифоров



С отзывом ознакомлен
18.05.2023 г. А.С. Никифоров