



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**«Балтийский государственный технический**  
**университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1  
 Тел.: (812) 316-2394, Факс: (812) 490-0591  
 E-mail: komdep@bstu.spb.su. www.voenmeh.ru  
 ИНН 7809003047

27.04.2021 № 3/3  
 На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ	Документ зарегистрирован
	« 29 » 04 2021 г.
	Вх. № 71-72/21

**УТВЕРЖДАЮ**  
 Проректор по научной работе и  
 инновационному развитию,

канд. техн. наук, доцент  
 С.А. Матвеев



04 2021 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»** на диссертационную работу Нурушева Ермека Тургалиевича «**Модели и методики повышения результативности процессов диагностики и ремонта радиоэлектронной аппаратуры**» представленную на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – **Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение).**

#### Актуальность темы диссертационного исследования

Конкурентоспособность предприятий авиационной отрасли подразумевает обеспечение качества процессов диагностики и ремонта бортовой радиоэлектронной аппаратуры, что в итоге напрямую отражается на уровне летной годности воздушных судов и безопасности полетов гражданской авиации, требования поддержания которых определены в Приложениях 8 и 19 Международной организации гражданской авиации ИКАО. Для поддержания и повышения конкурентоспособности авиаремонтных заводов требуется

постоянное совершенствование различных методов и инструментов, обеспечивающих результативность деятельности предприятия, что согласуется с Постановлением правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». Применение новых подходов должно позволить реализовать эффективную ресурсную и энергосберегающую политику соответствующую требованиям приказа Минпромторга России от 20 июня 2017 года № 1907 «Об утверждении Рекомендаций по применению принципов бережливости». Исследование в данном направлении обосновывает актуальность разработки специальных мер направленных на повышение результативности процессов по диагностике и ремонту радиоэлектронной аппаратуры.

Проведенное Нурушевым Е.Т исследование соответствует научным направлениям научно-технологического развития страны, определяемое «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденной указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642, в которой в качестве одного из приоритетов отмечены переход к передовым цифровым, интеллектуальным технологиям, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

С учетом изложенного выше тема диссертационного исследования Нурушевым Е.Т., направленная на повышение результативности процесса диагностики и ремонта радиоэлектронной аппаратуры на основе разработки моделей и методик объединенных в систему удаленной технической диагностики является актуальной для отечественных предприятий.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы, перечня сокращений и обозначений, приложений.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы диссертации цель и задачи диссертационного исследования, сформулированы основные положения, содержащие научную новизну, приведены научные положения,



выносимые на защиту, обосновывается теоретическая и практическая значимость работы.

В первом разделе выполнен обзор текущего состояния безопасности полетов на территории государств - участников Соглашения в области гражданской авиации, проведен анализ процесса ремонта в рамках теории ограничений. Рассмотрено влияние методов и инструментов комплексного подхода в решении задачи повышения результативности производственного процесса. Рассмотрены критерии повышения результативности производственный процесса ремонта на авиаремонтном заводе.

Во второй главе представлена методика точности оценки риска диагностики радиоэлектронной аппаратуры при выполнении экспертной оценки. Проведена классификация рисков с целью повышения точности оценки показателей числа рисков. Рассмотрена техническая система с участием человека как слабого звена. Выполнена модификация инструмента оценки риска на основе метода FMEA, контрольных карт Шухарта. Применены статистические критерии Граббса для улучшения эффективности оценки рисков. Предложено решение повышения точности риска экспертных решений геометрическим методом оценки. Решена риск-ориентированная задача в условиях неопределенности объектов ремонта с учетом стоимости затрат.

Во третьей главе выполнена декомпозиция производственного процесса ремонта воздушного судна. Разработана модель совершенствования процесса ремонта на основе сокращения времени производственного цикла. Представлено решение повышение качества ремонта авиационной техники на основе оценки достоверности показателей контроля. Предложена методика оценки состояния бортовой радиоэлектронной аппаратуры по контролируемому параметру на основе нечеткой логики.

В четвертой главе предложена математическая модель прогнозирования перспективной производственной нагрузки, предложена структура системы удаленного мониторинга параметров бортовой аппаратуры легких воздушных судов. Выполнена оценка эффективности инновационных решений и оценки улучшений организации процессов ремонта на АРЗ.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по работе и их соответствие поставленным задачам диссертационного исследования.

### **Научная новизна полученных результатов**

Научной новизной обладают следующие результаты диссертационной работы:

1. Модифицированная методика повышения точности оценки рисков диагностики РЭА, отличающейся применением метода Граббса и геометрической оценки.

2. Математическая модель сокращения длительности процесса ремонта РЭА методом уменьшения временных потерь, отличающаяся применением принципа оптимальности на основе теории ограничений.

3. Методика оценки состояния авиационной и радиоэлектронной аппаратуры, отличающейся применением метода нечеткой логики.

4. Математическая модель прогнозирования перспективной производственной нагрузки авиаремонтного завода, отличающейся применением метода экспоненциального сглаживания.

5. Структура системы удаленной технической диагностики отличающейся применением систем удаленного доступа и передачи данных.

### **Практическая ценность полученных результатов**

Практическая ценность результатов диссертационной работы заключается в следующем:

- разработка методики повышения точности экспертной оценки рисков диагностики аппаратуры для исключения выбросов ошибочных оценок;

- разработка модели уменьшения времени производственного цикла методом сокращения затрат;

- разработка методики оценки состояния бортовой радиоэлектронной аппаратуры методом нечеткой логики и обеспечить возможность повышения точности оценки состояния аппаратуры;

- разработка математической модели прогнозирования перспективной производственной нагрузки



- разработки структуры удаленной технической диагностики состояния воздушного судна.

Достоверность полученных результатов подтверждается фактами внедрения в организациях ООО «Геонавигатор», ООО «РБС. Консалтинг», ООО «ПАНТЕС групп».

По результатам проведенных мероприятий длительность подготовительного этапа (приемка) сократилась от 1,1 до 1,6 раза и на остальных участках в целом до 3,2%, уменьшился объем комплектующих запасных частей на складе до 9,3%, сократилось время привлечения производственного персонала до 4,1%. До 2,1 раза сократилась время принятия решения на планирование и подготовку производства.

#### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность полученных результатов обусловлена корректностью применяемых математических аппаратов, правильностью выбора пакетов имитационного моделирования, соответствием отечественным и зарубежным стандартам, апробацией результатов исследования на предприятиях промышленности.

#### **Рекомендации по использованию полученных результатов**

Полученные в диссертационной работе Нурушева Е.Т. результаты рекомендуются к использованию при организации авиаремонтного производства на основе применения системы удаленной технической диагностики легких воздушных судов.

#### **Соответствие содержания диссертации заявленной научной специальности.**

По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и достигнутым результатам диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)». Соответствие выявляется по следующим позициям:

3. Разработка методов и средств информатизации и компьютеризации производственных процессов, их документального обеспечения на всех стадиях

9. Разработка методов и средств организации производства в условиях технических и экономических рисков

11. Разработка методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами.

**Общая оценка диссертационной работы.** Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены результаты исследования, обладающие научно новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с действующими требованиями, язык изложения четкий и математически корректный, материал представлен в логической последовательности, сопровождается достаточным количеством иллюстраций, обеспечивающих доступность восприятия полученных результатов.

Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации, новые результаты теоретических исследования, модели и методики в виде формализованного описания элементов новшеств и практических рекомендаций по организации авиаремонтного производства.

#### **Замечания по диссертации и автореферату.**

1. В списке источников литературы, недостаточно полно приведены ссылки на труды отечественных ученых, внесших значительный вклад в решение задач диагностики радиоэлектронной аппаратуры.

2. На стр. 27 во втором предложении не указано, к какому типу ВС относится длительность прохождения цикла, которая может достигнуть 20 дней.

3. В таблице 7 на стр. 51 приведены аббревиатуры ВнРП и ВтРП, содержание которых не раскрыто.

4. В первой части диссертации недостаточно приведен обзор и анализ методов и особенностей диагностики состояния радиоэлектронной аппаратуры.

5. На стр. 54 указано, что «Показатель «D» генератора можно характеризовать, исходя из природы возникновения», но сами виды природы возникновения отказа не приведены.

6. На рисунке 27 стр. 93 в алгоритме поиска неисправности согласно матрице отказов не указано полное наименование примененных аббревиатур.



7. На стр. 121 годы прогнозирования нагрузки, указанные в таблице 35 и в заключении подраздела 4.1 имеют разные значения.

Указанные замечания на снижают ценности проведенных Нурушевым Е.Т. исследований, не касаются достоверности и значимости основных положений и результатов диссертационной работы и не влияют на оценку работы в целом.

Материал диссертации логично и последовательно структурирован, включает как уточнение целей и задач исследования, так и краткое изложение полученных результатов в форме выводов по отдельным главам и общего заключения.

Полученные Нурушевым Е.Т. новые научные результаты опубликованы в 17 публикациях, 11 статей нашли свое отражение в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 работы были опубликованы в изданиях, входящих в Международные реферативные базы цитирования и 4 в других изданиях.

Материалы диссертационного исследования апробированы на Международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Полученные в диссертации результаты соответствуют областям научной специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)».

#### **Публикации и апробации.**

По теме диссертации автором опубликовано 17 научных работ, 11 статей в ведущих рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, 2 статьи в изданиях, входящих в Международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, 3 работы опубликованы без соавторства. Научные положения диссертационной работы обсуждались на 2 Международных и 2 Всероссийской конференциях и научно-практических конференциях.

**Заключение по диссертации.** Считаем, что по актуальности выбранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных лично автором, их достоверности и научной новизне рецензируемая диссертация «Модели и методики повышения результативности

процессов диагностики и ремонта радиоэлектронной аппаратуры» является завершенной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям, изложенным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель Нурушев Ермек Тургалиевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.22 – «Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение)».

Настоящий отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Инжиниринг и менеджмент качества» (протокол № 8 от 23.04.2021 г.)

Заведующий кафедрой  
«Инжиниринг и менеджмент качества»,  
доктор технических наук, профессор

А.В. Марков

Доцент кафедры  
«Инжиниринг и менеджмент качества»,  
кандидат технических наук, доцент

М.Ф. Жаркой

Матвеев Станислав Алексеевич  
Марков Андрей Валентинович  
Жаркой Михаил Филиппович

Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова  
190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1

тел.: 495-77-18

E-mail: [markov\\_av@voenmeh.ru](mailto:markov_av@voenmeh.ru)