

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО УУНиТ

доктор физ.-мат. наук, профессор

Ф. Шарафуллин

—

«

025 года



ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации

Бу Динь Хиеу

«Модели и алгоритмы экспресс-диагностики технического состояния сложных объектов на основе нового интегрального показателя»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1. Актуальность темы диссертации

Для современной промышленности характерно применение технических систем и технологического оборудования, обладающих высокой степенью сложности, проявляющейся в структуре, в функционалах, что усложняет процессы оперативной оценки их состояния и автоматизированной разработки объективных планов технического обслуживания и ремонта. Используемые в настоящее время на практике модели методы, в том числе, основанные на технологиях искусственного интеллекта и способные давать прогнозные оценки на относительно коротких интервалах, обладают рядом недостатков, когда речь идет о динамическом характере сложных процессов, недостаточных данных и, как правило, сложности в моделировании разрешаются за счет использования субъективных оценок экспертов.

Поэтому, тема диссертационного исследования, посвященная поиску новых моделей и методов оперативной диагностики сложных технических объектов является актуальной. Решения в этой области будут способствовать

повышению безопасности технических систем.

2. Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа по содержанию соответствует требованиям к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертационная работа имеет внутреннее единство и логически структурирована, включает введение, четыре главы, заключение, список сокращений и условных обозначений, список литературы и приложения.

Во введении описывается актуальность темы исследования, степень разработанности, объект, предмет, цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту, обладающие научной новизной, теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы, методы исследования, степень достоверности теоретических результатов и выводов, апробация результатов, количество опубликованных научных работ.

В первой главе приведен анализ научных публикаций и существующих практик в области оценки состояния сложных технических объектов. Проведенная классификация методов показала доминирующую роль субъективных экспертных оценок в существующих системах технической диагностики сложных объектов. Это послужило соискателю отправной точкой для формулировки направления исследований - создания автоматизированной системы экспресс - диагностики сложных технических объектов.

Во второй главе рассмотрена задача формализации процесса оперативной оценки состояния сложного технического объекта на основе предложенного соискателем нового интегрального показателя, названного "модифицированным индексом технического состояния" (ИТСм). В своей диссертационной работе соискатель опирается на методику Министерства энергетики РФ, где изложены основные положения по расчету интегрального показателя "индекс технического состояния". Особенностью данной работы является замена субъективных оценок экспертов на объективные

характеристики, вычисляемые на основе модели структуры и статистических данных об изменении параметров узлов сложного технического изделия.

Представлены авторские модели и алгоритмы, позволяющие рассчитать оценку нового интегрального показателя (ИТСм), определяющей уровень "надежности" технического объекта в процентах.

Для оценки остаточного ресурса технического объекта предложена методика расчета порогового значения интегрального показателя ИТСм на основе статистических данных о множестве аналогичных объектов.

В главе предложен алгоритм работы рекомендательной системы на основе мягких оценок предложенного интегрального показателя для формирования предлагаемых действий технического персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования. Соискателем по критерию максимума интегрального показателя ИТСм сформулированы, формально поставлены и разработаны алгоритмы решения задачи распределения ресурсов в условиях наличия ограничений по времени выполнения регламентных работ и по объему этих ресурсов.

В третьей главе соискатель приводит описание комплекса концептуальных моделей системы непрерывного или циклического мониторинга и экспресс - диагностики состояния технического объекта, включающая функциональную, техническую и информационную подсистемы. Приведены также интерфейсы для расчета и визуализации данных.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных расчетов на статистических данных NASA и показаны преимущества разработанных соискателем моделей, методов и алгоритмов.

В заключении констатируется факт достижения цели исследования, приведены основные выводы по диссертационной работе в разрезе поставленных задач и полученных научных результатов.

Список использованной литературы включает в себя 194 источника и отражает современное состояние дел в исследуемой проблемной области. На все источники даны ссылки по тексту. По итогам анализа приведенных

источников можно утверждать, что проведен хороший анализ литературы, о чем также свидетельствует содержание раздела «Степень разработанности проблемы».

В приложениях приведены статистические данные, приведены акты об использовании разработанных соискателем моделей и алгоритмов в учебном процессе, на промышленном предприятии и в компании по проектированию и внедрению АСУ на предприятиях РФ. Представлена также копия свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

3. Научная новизна и достоверность полученных результатов

Соискателем получены следующие результаты, обладающие научной новизной и практической ценностью:

- Математическая модель и алгоритмы расчета нового интегрального показателя "модифицированный индекс технического состояния" для экспресс-оценки уровня состояния сложного объекта, отличающиеся от существующих тем, что его расчет основан на фактических параметрах сложного объекта и позволяет получить экспресс-оценку уровня его состояния без использования оценок экспертов.

- Метод определения ремонтпригодности сложного технического объекта на основе предложенного интегрального показателя и вычисления его граничных значений по заданной доверительной вероятности.

- Концептуальная модель системы непрерывного (циклического) мониторинга и оценки качества технического состояния сложного объекта, отличающаяся тем, что на основе введенной соискателем лингвистической шкалы она позволяет сформировать рекомендации по планированию ремонтно-восстановительных работ и поддержанию его работоспособности.

- Метод расчета рациональных вариантов ремонтно-восстановительных работ с учетом ограничений на ресурсы по критерию максимизации нового интегрального показателя ИТСм.

Достоверность полученных результатов диссертационной работы

подтверждена экспериментальными расчетами и сравнением предложенного подхода и методики Министерства энергетики РФ.

4. Теоретическая значимость результатов, полученных в диссертации

Теоретическая значимость результатов работы определяется развитием методов системного анализа в области исследования сложных технических объектов, оперативной диагностики их состояния на основе предложенного соискателем нового интегрального показателя ИТСм. Предложенная модель представляет новый подход к оценке состояния сложных технических объектов. Эти наработки создают теоретический задел для разработки цифровых двойников в системах контроля технологической безопасности.

5. Апробация и практическая значимость результатов, полученных в диссертации

Судя по списку работ, опубликованных соискателем по теме диссертации, апробация результатов диссертации проводилась на всероссийских и международной конференциях. В рамках диссертационной работы соискателем разработано программное обеспечение и, судя по приведенным в работе расчетам, использовано при вычислениях предложенного интегрального показателя на основе статистических данных NASA.

Результаты диссертационной работы использованы в учебном процессе, о чем имеется соответствующий акт. Имеются акты, подтверждающие заинтересованность предприятий в использовании полученных в диссертационной работе результатов.

Разработанные в диссертационной работе модели и алгоритмы могут быть использованы на предприятиях для создания автоматизированных рекомендательных систем технической диагностики и планирования технического обслуживания и ремонта оборудования.

6. Соответствие требованиям по выполнению и оформлению результатов диссертации

Диссертация и автореферат изложены технически грамотным языком, текст хорошо структурирован и иллюстрирован, все положения аргументированы. Содержание автореферата диссертации соответствует содержанию диссертации.

Результаты исследования достаточно полно отражены в 8 публикациях (статьи и тезисы докладов), из которых 4 статьи – в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях: "Автоматизированные системы управления и информационные технологии" (г.Пермь, 2023, 2024); Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции "РЕШЕНИЕ" (г. Березники, 2023); Татарстанском энергетическом форуме энергопром. Международной научно-технической конференции "Технологический суверенитет и цифровая трансформация", (г.Казань, 2025).

7. Замечания по диссертации

- 1) Имеются некоторые опечатки по тексту диссертации.
- 2) Считаем дискуссионным вопрос об использовании словосочетания "математическая и алгоритмическая модели" применительно к контексту. Согласно паспорта специальности 2.3.1. алгоритм также может быть результатом диссертационной работы. Поэтому здесь корректно использовать словосочетание "математическая модель и алгоритм расчета такого-то показателя".
- 3) Соискатель, с одной стороны, претендует на универсальность моделей

и алгоритмов, полученных в работе, с другой - использует статистику 100 однотипных технических устройств для оценки граничных значений нового интегрального показателя. Поэтому напрашивается вопрос: какие границы существуют для использования результатов диссертационной работы?

4) Во второй главе соискатель приводит лингвистическую шкалу для оценки состояния технического объекта, что позволяет оценивать словами "очень хорошее", "хорошее", "удовлетворительное", "неудовлетворительное", "критическое". В работе отсутствует обоснование, почему этим значениям соответствуют те или иные оценки интегрального показателя?

5) Соискателем приведены графики изменений интегрального показателя на основе предложенной методики и методики Минэнерго РФ, где показаны преимущества методики, разработанной в диссертации. В диссертации отсутствует описание алгоритма построения графика по методике Минэнерго, что оставляет открытым данный вопрос.

6) Соискатель не привел архитектуру программного обеспечения, хотя это украсило бы работу

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости результатов диссертационной работы, скорее носят рекомендательный характер.

8. Заключение

Диссертационная работа Ву Динь Хиеу является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача, имеющая важное научно-практическое значение для науки и промышленности, предложен новый метод экспресс-диагностики состояния сложного технического объекта на основе объективных данных о его параметрах.

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Рецензируемая диссертация отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства

Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 25.01.2024 г.),
предъявляемым к научным работам на соискание учёной степени кандидата
наук, а её автор, Ву Динь Хиеу, заслуживает присуждения ученой степени
кандидата технических наук.

Отзыв обсужден на совместном заседании кафедр "Автоматизированные
системы управления" и "Автоматизация технологических процессов" " 10 "
октября 2025 г., протокол № 3.

Антонов Вячеслав Викторович,
д.т.н., профессор, зав. кафедрой
"Автоматизированные системы управления"
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,
450076, Приволжский федеральный округ,
Республика Башкортостан, г. Уфа,
ул. Карла Маркса, дом 12,
тел. 89083503083(45-68)
e-mail: antonov.v@bashkortostan.ru

Мунасыпов Рустэм Анварович,
д.т.н., профессор, зав. кафедрой
"Автоматизация технологических процессов"
ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,
450076, Приволжский федеральный округ,
Республика Башкортостан, г. Уфа,
ул. Карла Маркса, дом 12
тел. 89083502176 (44-50)
e-mail: katp07@mail.ru

Подпись Антонова В.В.
Удостоверяю « 10 » 2025 г.
Начальник общего отдела УУН



Подпись Мунасыпова Р.А.
Удостоверяю « 10 » 2025 г.
Начальник общего отдела УУН