

ОТЗЫВ

официального оппонента Агафонова Евгения Дмитриевича на диссертационную работу Четвертаковой Евгении Сергеевны на тему «Разработка математического и алгоритмического обеспечения проверки статистических гипотез о деграционных моделях надежности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы и 3-х приложений. Основное содержание представлено на 113 страницах, включая 31 таблицу и 25 рисунков. Список литературы содержит 112 источников.

Актуальность

Ужесточение требований к качеству выпускаемой продукции в различных отраслях отечественной промышленности, а также необходимость расширенного контроля работоспособности изделий, в том числе электронных, поступающих из-за рубежа, неизбежно влечет за собой усложнение задач в области исследования надежности. Повышаются требования к сроку безотказной службы производимых или импортируемых изделий, эффективности их работы, что в свою очередь требует совершенствования методов оценки показателей надежности. В диссертационной работе Четвертаковой Е.С. предлагаются теоретические, алгоритмические и программные средства, позволяющие достичь более достоверной оценки надежности технических систем и их компонентов.

В качестве исходных данных рассматриваются измеренные показатели деградации, показывающие степень ухудшения характеристик изделий с наработкой или в течение определенного времени. Таким образом, в отличие от классического подхода к анализу надежности, привлекаются не только данные об отказах тестируемых объектов, но и сведения о прямых или косвенных характеристиках износа (деградации). Построение деграционной вероятностной модели с применением метода максимального правдоподобия позволяет производить учет тех объектов, которые к моменту окончания испытаний еще не вышли из строя, что значительно расширяет возможности проведения анализа и получения более точного прогноза.

В работе рассмотрены модели деградации двух типов: гамма- и винеровская, основанные на, соответственно, гамма- и нормальном распределениях приращений показателя деградации. Применение этих моделей обусловлено свойствами, обеспечивающими удобство их синтеза и последующего анализа, но, при этом,

устанавливающими определенные ограничения на получаемый результат. Далее гибкость и вариативность моделей расширяется за счет введения случайного параметра, имеющего мультипликативную природу по отношению к показателю деградации.

Для выбранных типов деградационных моделей отсутствуют критерии, позволяющие оценить адекватность построенной модели. Таким образом, задача проверки статистической гипотезы о виде деградационной гамма- и винеровской моделей, а также гипотезы о незначимости случайного параметра (когда речь идет о рассмотрении модели с случайным параметром) является актуальной.

Основные результаты и их научная новизна

В качестве наиболее существенных результатов диссертационного исследования можно выделить следующие:

– Были проведены исследования точности оценок параметров деградационных гамма- и винеровской моделей, которые показали, что в случае близкой к нулю дисперсии случайного параметра, характеризующего разброс значений показателя деградации от объекта к объекту, применение модели со случайным параметром приводит к снижению точности оценок регрессионных параметров и параметров тренда.

– На основе результатов исследования точности оценивания параметров моделей, впервые предложены статистические критерии проверки гипотезы о незначимости дисперсии случайного параметра деградационных моделей (критерий отношения правдоподобия и критерий, основанный на оценке дисперсии случайного параметра).

– Разработан алгоритм, позволяющий проводить проверку сложных гипотез о виде деградационных гамма- и винеровской моделей с использованием непараметрических критериев согласия Колмогорова, Крамера-Мизеса-Смирнова и Андерсона-Дарлингга.

Разработан программный комплекс для построения деградационных гамма- и винеровской моделей надежности, проверки гипотез о незначимости дисперсии случайного параметра и гипотез о виде модели, который был внедрен в программную систему статистического анализа данных «LiTiS».

Обоснованность и достоверность результатов диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается корректным применением математических методов и подходов для построения деградационных моделей, проведением вычислительных экспериментов для исследования свойств оценок параметров моделей, распределений статистик и мощности критериев, а также совпадением результатов статистического моделирования с известными теоретическими результатами. Достоверность результатов диссертационной работы также

подтверждается корректностью результатов по итогам практического применения предложенных моделей, критериев и алгоритмов проверки гипотез о виде моделей.

Практическая значимость основных положений диссертации

Практическая значимость основных результатов диссертационного исследования состоит в разработке критериев, позволяющих определить значимость дисперсии случайного параметра деградационных гамма- и винеровской моделей, и сделать вывод о том, необходимо ли вводить в модель случайный параметр, в разработке алгоритмов проверки гипотез о виде деградационных моделей, а также в программной реализации алгоритмов синтеза и обоснованного выбора вариантов деградационных моделей.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Проведенный в рамках диссертационного исследования обзор литературы показывает, что данная тема представляет определенный интерес, например, в таких областях как тяжелая промышленность, машиностроение, авиационная промышленность, научная медицина и так далее.

Разработанный программный комплекс, благодаря реализованному функционалу и оформленному пользовательскому интерфейсу, может значительно облегчить работу различных специалистов, таких как проектировщики, разработчики, специалисты в области надежности, аналитики данных.

На данный момент результаты диссертационного исследования и разработанное программное обеспечение внедрены в практику деятельности ООО «Эко-Томск» и использовались при решении задачи анализа надежности турбовентиляторных двигателей, что подтверждается актом внедрения.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Содержание диссертационной работы соответствует области исследования, представленной в пункте 5 «Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечения, разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текстов, устной речи и изображений» паспорта специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики (технические науки).

Апробация результатов диссертации

Результаты диссертационной работы опубликованы в 24 печатных работах, в том числе 3 статьях в научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 6 статьях в рецензируемых международных изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, 14 публикациях в материалах международных и российских конференций. Автором получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертации

1. Несмотря на четкую направленность работы на ретроспективный и предиктивный анализ надежности технических систем и их элементов, автор не указывает надежность в качестве ключевого показателя в цели работы, а теорию надежности среди методов исследования.

2. Из формулировки 3-го пункта новизны неясно, автором диссертации разработан новый алгоритм проверки гипотез, или же он разработан впервые.

3. Автор работы зачастую именуется случайными процессами то, что принято в теории называть реализациями случайного процесса. Из-за этого некоторые логические построения в работе теряют свою ясность.

4. Применяя в качестве случайного параметра в модели мультипликативную составляющую функции тренда, следует понимать, что, с точки зрения абсолютных значений, ее эффект будет различным для разных областей значений деградиационной характеристики, а в терминах коррекции угла наклона будет проявляться нелинейность. Непонятно, сможет ли этот подход показывать стабильную эффективность в реальных условиях.

5. Неоднородность исследуемых объектов на практике может сопровождаться многомодальностью плотности распределения их деградиационных характеристик. Вызывает вопрос, сможет ли автор работы построить адекватную модель надежности в этом случае.

6. В тексте диссертации, например, на стр. 11, 36 и далее, в незначительном количестве встречаются орфографические и пунктуационные ошибки.

Заключение о работе

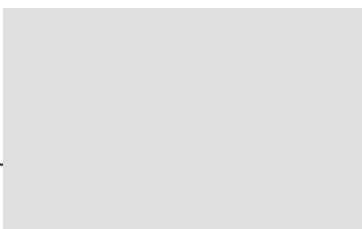
На основании сказанного выше считаю, что диссертационная работа Четвертаковой Е.С. «Разработка математического и алгоритмического обеспечения проверки статистических гипотез о деградиационных моделях надежности» является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлено решение задачи, имеющей существенное значения для развития информационного моделирования в теории надежности, которое выражается в разработке эффективных алгоритмических и программных инструментов для статистического анализа данных при синтезе деградиационных моделей надежности на основе нового научно-обоснованного подхода к проверке гипотезы о виде деградиационных гамма- и винеровской моделей.

Работа соответствует заявленной специальности, оформлена в соответствии с требованиями, установленными ВАК Министерства науки и высшего образования

Российской Федерации. Автореферат и научные работы, опубликованные автором, в полной мере отражают основное содержание диссертационного исследования.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Четвертакова Евгения Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Д-р техн. наук, доцент,
профессор кафедры системного
анализа и исследования операций
СибГУ им. М.Ф. Решетнева

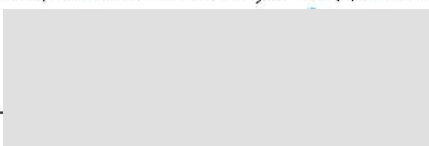
 Е.Д. Агафонов

«20» октября 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» (СибГУ им. М.Ф. Решетнева).

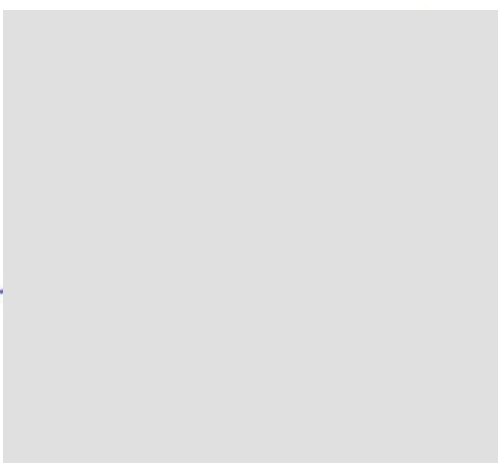
Почтовый адрес: 660037, г. Красноярск, проспект им. газеты Красноярский рабочий, д. 31
Телефон: +7 (913) 519-99-74, E-mail: evgeny.agafonov@mail.ru


Я, Агафонов Евгений Дмитриевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 Е.Д. Агафонов

Подпись Агафопова Евгения Дмитриевича заверяю:

Ученый секретарь ученого совета
СибГУ им. М.Ф. Решетнева

 А.Е. Гончаров

*Отзыв поступил
в совет 29.04.2022* 

*С отзывом ознакомлена
А.Е. Гончаров* *29.04.2022*