

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Г.М. Кошкина на диссертационную работу Четвертаковой Евгении Сергеевны на тему «Разработка математического и алгоритмического обеспечения проверки статистических гипотез о деградиационных моделях надежности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

**Актуальность.** В современном мире вероятностные и статистические модели играют важную роль при обработке поступающей информации. Особая роль им отводится в задачах анализа выживания, надежности и долговечности сложных систем различной природы. Такие задачи всегда вызывали интерес как теоретиков, так и практиков.

С развитием новых технологий на производстве возникает необходимость в исследовании эффективности работы выпускаемых изделий. Важнейшей составляющей таких исследований является проведение качественного анализа надежности. Часто для оценки и прогноза момента отказа тестируемого изделия применяют методику ускоренных испытаний, однако в случае высоконадежных изделий отказ может либо вообще не наступить за время проведения эксперимента, либо недостаточное число таких отказов не позволит определить точность оценивания и прогнозирования. В связи с этим для построения модели оценки надежности используют подход, основанный на измерении значений показателя, характеризующего весь процесс деградации до отказа, причем сами модели называют деградиационными.

В зависимости от вида базового распределения, вида функции тренда и функции влияния объясняющих переменных выделяют различные типы деградиационных моделей. Широкую известность приобрели деградиационные гамма- и винеровская модели благодаря свойствам гамма- и нормального распределений, используемых при получении оценки безотказной работы. В то же время, несмотря на популярность данных моделей, важная задача проверки статистической гипотезы о виде модели еще не решена и, без сомнения, является актуальной.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4-х глав основного содержания, заключения, списка литературы и 3-х

приложений. Основное содержание представлено на 113 страницах, включая 31 таблицу, 25 рисунков и список литературы из 112 источников.

Оформление диссертационной работы соответствует существующим требованиям. Изложение материалов диссертации грамотное, в полной мере раскрывает заявленные цели и задачи исследований.

**Научная новизна исследований и полученных результатов.** Четвертаковой Е.С. впервые предложены статистические критерии для определения значимости дисперсии случайного параметра деградационной гамма- и винеровской моделей, разработан алгоритм проверки сложных гипотез о виде деградационных гамма- и винеровской моделей на основе результатов исследования распределений статистик и мощности критериев согласия типа Колмогорова, Крамера–Мизеса–Смирнова и Андерсона–Дарлинга.

При проведении исследований свойств оценок максимального правдоподобия параметров деградационных гамма- и винеровской моделей было показано, что в случае близкой к нулю дисперсии случайного параметра применение модели со случайным параметром приводит к снижению точности оценок регрессионных параметров и параметров тренда, что влечет за собой однозначное определение вида модели для получения более точных оценок надежности

**Обоснованность и достоверность полученных результатов.** При получении результатов диссертации применялись методы теории вероятностей, математической статистики, статистического моделирования, а также теории надежности. Выбор методов, формулировки алгоритмов и полученные результаты были обоснованы, тщательно проанализированы и протестированы на модельных данных.

**Научная и практическая ценность основных положений диссертации** Четвертаковой Е.С. подтверждается следующими результатами:

– предложены статистические критерии, позволяющие определять значимость дисперсии случайного параметра деградационной гамма- и винеровской моделей, и тем самым делать вывод об обоснованности использования моделей со случайным параметром;

– разработан алгоритм проверки сложных гипотез о виде деградационных гамма- и винеровской моделей;

– разработан программный комплекс для построения деградационных гамма- и винеровской моделей в рамках программной системы «LiTiS»;

– результаты диссертационного исследования были внедрены в практику деятельности ООО «Эко-Томск», что подтверждается соответствующим актом о внедрении.

**Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности.** Содержание диссертации соответствует области исследования п.5 «Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечениях, разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текстов, устной речи и изображений» паспорта специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» (в области технических наук).

**Замечания по диссертационной работе.** По диссертационной работе Четвертаковой Е.С. могут быть сделаны следующие замечания:

1. В работе основное внимание уделено исследованию деградиционных гамма- и винеровской моделей, используемых при анализе реальных данных. Можно ли подходы и выводы, полученные в результате исследований на основе этих двух моделей, распространить на другие классы деградиционных моделей?
2. Не объясняется, что такое “... достаточно гладкая эмпирическая функция распределения ...” на с. 38 диссертации.
3. Не обсуждается, почему “оценки мощности критерия, основанного на оценке дисперсии случайного параметра, оказались несколько выше соответствующих оценок мощности критерия отношения правдоподобия при малых объемах выборок” (с. 55 диссертации).

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, носят, в основном, характер пожеланий и не влияют на общую положительную оценку результатов исследований.

**Заключение о работе.** Диссертационная работа Четвертаковой Е.С. посвящена решению важной научной задачи, имеющей большую практическую значимость. Работа выполнена на высоком научном уровне: исследования, представленные в работе, обладают завершенностью, достоверностью и научной новизной, полученные результаты научно обоснованы.

Автореферат и научные работы, опубликованные автором, отражают основное содержание диссертационной работы. Основные результаты диссертации опубликованы в 24 печатных работах, в том числе 3 статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 6 статьях в рецензируемых международных изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus, 14 публикациях в материалах международных и российских

конференций. Также для разработанного программного комплекса получено свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что диссертационная работа Е.С. Четвертаковой соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Д.ф.-м.н., профессор,  
профессор кафедры системного анализа  
и математического моделирования  
ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский Томский  
государственный университет»

Г.М. Кошкин

25.04.2022 г.

**Сведения об образовательной организации:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

**адрес:** 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

**e-mail:** rector@tsu.ru

**телефон организации:** +7 (3822) 529-585.

Подпись Кошкина Геннадия Михайловича заверяю

Я, Кошкин Геннадий Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Отзыв поступил  
в совет 29.04.2022

4

С согласием ознакомлена  
д.ф.м.н. Кошкин Г.М.  
29.04.2022