

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Г.М. Кошкина на диссертационную работу Веретельниковой Ирины Викторовны «**Исследование и применение критериев проверки гипотез об отсутствии тренда и критериев однородности**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – **Теоретические основы информатики**

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время в различных областях знаний вероятностные и статистические модели играют определяющую роль при обработке поступающей информации. При изучении сложных систем различной природы часто необходимо решать задачи проверки статистических гипотез, например, что данные в наблюдаемом ряду измерений не связаны случайными или неслучайными закономерностями. Такие задачи всегда вызывают интерес как теоретиков, так и практиков.

Для проверки таких гипотез предложено множество параметрических и непараметрических критериев. Однако до настоящего времени не проведен сравнительный статистический анализ качества таких критериев, отсутствуют рекомендации по областям их применения и относительно корректности выводов при использовании критериев.

В данной диссертационной работе на базе разрабатываемого программного обеспечения и методов статистического моделирования решались следующие актуальные задачи:

- исследование влияния объемов выборок на распределения статистик критериев при справедливости проверяемой гипотезы;
- нахождение значений объемов выборок, начиная с которых можно использовать известные асимптотические распределения статистик вместо распределений при конечных объемах выборок;
- оценивание мощности критериев относительно близких конкурирующих гипотез и проведение сравнительного анализа критериев.

В связи с вышесказанным, исследования в области проверки статистических гипотез относительно тренда и, что особенно важно для приложений, разработка соответствующих методик и программного обеспечения для решения обширного класса конкретных практических задач, являются весьма актуальными.

2. Общая методология и методика исследования

Целью диссертационной работы Веретельниковой И.В. является расширение возможностей использования математического аппарата и развитие компьютерных технологий для решения задач проверки гипотез об отсутствии тренда в математических ожиданиях и дисперсиях, а также при проверке гипотезы об однородности законов распределений выборок. Также важное значение имеет обеспечение корректности применения рассматриваемых критериев в условиях нарушения стандартных предположений. Основным методом для решения таких задач является метод статистического моделирования. В то же время, для реализации указанного метода необходимо использование аппарата теории вероятностей, математической статистики и развиваемого программного обеспечения.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Все полученные в диссертации научные результаты, выводы и рекомендации опираются на корректное применение методов прикладной математической статистики, подтверждаются решением тестовых задач с использованием методов численного статистического моделирования. Все алгоритмы, разработанные в диссертации, протестированы на модельных данных и верифицированы на реальных данных. Также часть результатов статистического моделирования совпадает с известными теоретическими результатами.

4. Оценка проведенного исследования и полученных результатов

Диссертация, объемом 203 страницы, включает введение, пять глав основного содержания, заключение, список использованных источников из 120 наименований и три приложения.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель, определены задачи, которые требуется решить для успешной реализации предложенных методов статистического моделирования при исследовании свойств и распределений статистик рассмотренных критериев. Показана научная новизна и практическая ценность выполненных исследований, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приводятся общие сведения, касающиеся проверки статистических гипотез. Обсуждаются проблемы, связанные с применением критериев проверки гипотез об отсутствии тренда. Формулируются цели

исследований, направленные на обеспечение корректности применения критериев однородности законов распределений выборок, обосновывается выбор конкурирующих гипотез, позволяющих выявить недостатки исследуемых критериев и провести ранжирование рассматриваемых критериев по мощности.

Во второй главе методами статистического моделирования исследуются различные параметрические и непараметрические критерии об отсутствии тренда в средних. Изучено влияние объема выборок на распределения статистик критериев при справедливости проверяемой гипотезы. Находятся распределения статистик и мощности критериев относительно близких конкурирующих гипотез. Проводится сравнительный анализ мощности критериев. В программном обеспечении реализована возможность корректного применения критериев в условиях нарушения стандартных предположений.

Третья глава посвящена исследованию параметрических и непараметрических критериев об отсутствии тренда в дисперсиях, изучаются распределения статистик, находятся оценки мощности, проводится сравнительный анализ мощности. Изучено влияние объема выборок на распределения статистик критериев при справедливости проверяемой гипотезы. Для параметрических критериев исследованы распределения статистик при справедливости проверяемой гипотезы, когда нарушаются предположения о нормальности. Оценены мощности критериев по отношению к близким конкурирующим гипотезам с моделями линейного, периодического и смешанного тренда в характеристиках рассеяния. Исследовано влияние точности измерений на распределения статистик критериев.

В четвертой главе проводится исследование k -выборочных критериев проверки однородности законов. Исследуются распределения известных и предложенных автором статистик k -выборочных критериев. В программную систему ISW встроен модуль, реализующий моделирование распределений статистик всех рассмотренных в работе k -выборочных критериев однородности. Методами статистического моделирования исследованы распределения статистик предложенных критериев и построены модели предельных распределений статистик. Находятся мощности критериев, проводится сравнительный анализ мощности множества k -выборочных критериев.

В пятой главе описываются возможности программных модулей развиваемой программной системы «Интервальная статистика для Windows». Они позволяют с использованием методов статистического моделирования

исследовать распределения статистик критериев. Отмечается, что корректное применение рассматриваемых критериев обеспечивается по полученному в результате моделирования распределению статистики.

5. Научная новизна полученных результатов

В диссертационной работе Веретельниковой И.В. получены следующие новые научные результаты, представляющие теоретический и практический интерес:

1. Исследования распределений статистик критериев при ограниченных объемах выборок и при ограниченной точности измерений.
2. Модификация рангового критерия Вальда-Вольфовица с уменьшенным смещением распределения статистики относительно стандартного нормального закона.
3. Приближенная модель предельного распределения G -статистики критерия X_{su} .
4. Результаты сравнительного анализа мощности критериев проверки гипотез об отсутствии трендов в математическом ожидании и дисперсии.
5. Модели предельных распределений для предложенных k -выборочных критериев проверки однородности законов.
6. Результаты сравнительного анализа мощности k -выборочных критериев проверки однородности законов.

6. Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации для науки и практики

Разработанные в диссертации Веретельниковой И.В. методики и алгоритмы моделирования распределений статистик реализованы в программной системе «Статистический анализ интервальных наблюдений одномерных непрерывных случайных величин «Интервальная статистика» (свидетельства о государственной регистрации № 2014661513, № 2015663326, № 2018666213).

Результаты диссертационных исследований и разработанное программное обеспечение используются в учебном процессе, в научных исследованиях и при решении задач статистического анализа в различных приложениях. Исследования выполнены при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проектной части государственного задания (проекты № 2.541.2014/К и № 1.1009.2017/4.6).

Разработанное Веретельниковой И.В. математическое и программное обеспечение может быть полезно широкому кругу специалистов, научные и профессиональные интересы которых связаны с решением задач проверки

гипотез в различных отраслях науки и техники.

7. Замечания по диссертационной работе

1. Считаю, что в диссертации недостаточное внимание уделено теоретическому изучению устойчивости (чувствительности) предложенных критериев в условиях нарушения стандартных предположений. Это важно, так как при асимметричности наблюдаемых законов распределения и “тяжелых хвостах”, распределения статистик становятся отличными от классических (п. 2.2.1, п. 2.2.6, п. 2.2.11).

2. В работе не обоснован выбор модификации рангового критерия Вальда-Вольфовица в виде (2.12).

3. Значительная по объему работа проделана автором для сравнительного анализа мощности различных критериев проверки гипотез. Возникает вопрос, покрывают ли рассмотренные пары гипотез, а, следовательно, и полученные результаты, множество вариантов применения критериев при решении практических задач?

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

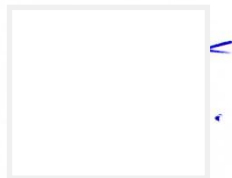
Заключение

Диссертационная работа Веретельниковой И.В. является завершенной научно-квалификационной работой, посвящена решению важной научной задачи, имеющей большую практическую значимость, и выполнена на высоком научном уровне. Представленные в работе исследования обладают научной новизной и достоверностью, все полученные выводы научно обоснованы. Основные положения диссертационной работы достаточно полно освещены в научных публикациях автора. Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Вышесказанное позволяет утверждать, что диссертационная работа Веретельниковой И.В. “Исследование и применение критериев проверки гипотез об отсутствии тренда и критериев однородности”, соответствует требованиям п. 9 “Положения о присуждении учёных степеней” постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Веретельникова Ирина Викторовна, заслуживает присуждения ей

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 –
Теоретические основы информатики.

Официальный оппонент,
профессор кафедры системного анализа и
математического моделирования федерального
государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный
исследовательский Томский государственный
университет», доктор физико-математических наук
(05.13.18 – Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ),
профессор



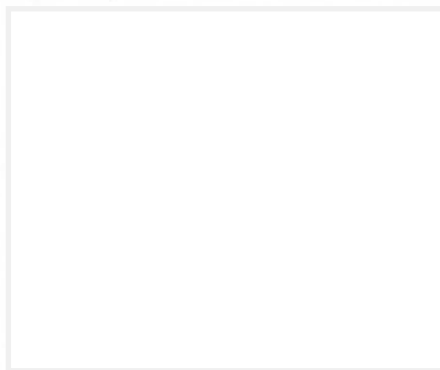
Геннадий Михайлович Кошкин

26.11.2019 г.

Сведения об организации:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; Тел.: +7382 252-95-82

E-mail: rector@tsu.ru; <http://www.tsu.ru>



ТАРЬ ТГУ
Н.А. САЗОНТОВА

*Отзыв поступил
в кабинет 26.11.2019*
[Signature]

*С отзывом ознакомлена
26.11.2019 [Signature]*