

ОТЗЫВ

официального оппонента 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 исследований

Реальные свойства критериев проверки статистических гипотез при ограниченных объемах выборок порой существенно отличаются от асимптотических. В условиях приложений часто нарушаются предположения, обуславливающие возможность применения классических результатов при использовании конкретных критериев. Игнорирование указанных обстоятельств может приводить к некорректным статистическим выводам.

Отсюда следует, что при использовании статистических критериев необходимо опираться на реальные распределения статистик, имеющие место в реальных условиях приложений. Очевидно, что обеспечить возможность исследования распределений статистик (при различных комбинациях условий) для многих и многих критериев и обеспечить корректное применение этих критериев можно лишь с опорой на компьютерные технологии и методы статистического моделирования.

С другой стороны, компьютерные технологии позволяют совершенствовать и развивать аппарат прикладной математической статистики, обеспечивая возможность применения и исследования новых критериев.

Всё вышесказанное подчёркивает актуальность темы исследований и содержания диссертации.

2. Научная новизна исследований и полученных результатов

Результаты, полученные в диссертационной работе, являются новыми, опубликованы в 27 работах автора, среди которых 3 статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, 6 статей в трудах международных конференций, индексируемых в Web of Science и/или в SCOPUS.

Диссертация общим объемом 203 страниц включает введение, 5 глав основного содержания, в том числе 23 таблицы и 81 рисунок, заключение, список использованных источников из 120 наименований, 3 приложения.

В **первой главе** диссертации кратко описываются задачи проверки гипотезы об отсутствии тренда в математическом ожидании, проверки гипотезы об отсутствии тренда в характеристиках рассеяния, проверки гипо-

тезы об однородности законов, намечаются цели исследования соответствующих групп критериев, выбираются близкие конкурирующие гипотезы, относительно которых планируется оценить мощность критериев.

Во **второй главе** диссертации методами статистического моделирования исследуются распределения статистик множества критериев, предназначенных для проверки гипотезы об отсутствии тренда в математическом ожидании, исследуется влияние объемов выборок на распределения статистик критериев при справедливости проверяемой гипотезы, оцениваются объёмы выборок, начиная с которых можно использовать асимптотические распределения статистик. Для параметрических критериев исследуется поведение распределений статистик при нарушении предположений о нормальности. Отмечаются достоинства и недостатки критериев, оценивается мощность критериев относительно некоторых альтернатив.

В **третьей главе** в таком же порядке исследуются свойства критериев, предназначенных для проверки гипотезы об отсутствии тренда в дисперсии (в характеристиках рассеяния). Также исследуется сходимость распределений статистик к асимптотическим распределениям, исследуется, как влияет нарушение стандартного предположения о нормальности на распределения статистик параметрических критериев. Находятся оценки мощности рассматриваемых критериев относительно альтернатив с различными видами тренда, позволяющие упорядочить критерии по предпочтительности.

Четвёртая глава посвящена сравнительному анализу k -выборочных критериев однородности законов. Здесь предложено 3 варианта новых критериев, где для анализа k выборок к каждой паре выборок применяется двухвыборочный критерий (Смирнова, Лемана–Розенблатта или Андерсона–Дарлинга–Петита), а в качестве значения статистики k -выборочного критерия берется максимальное значение соответствующего двухвыборочного. Так как рассматриваемые двухвыборочные критерии при справедливости проверяемой гипотезы имеют асимптотические распределения, то естественно, что соответствующие k -выборочные критерии также имеют асимптотические распределения. Автором методами статистического моделирования исследованы эти распределения, а также построены для них приближенные модели, что позволяет при проверке гипотезы находить оценки достигнутого уровня значимости (p -value). Проведен сравнительный анализ мощности рассмотренных k -выборочных критериев. Результаты анализа показывают, что предложенные автором критерии относительно альтернативы сдвига имеют преимущество в мощности, но уступают в случае других альтернатив.

Пятая глава посвящена математическому обеспечению поддержки исследований. В главе описывается назначение и возможности программных модулей, разработанных в рамках развиваемой программной системы ISW, позволяющих моделировать и исследовать распределения статистик критериев, рассмотренных в предшествующих главах, а также применять эти критерии. Предусмотрено применение критериев в условиях нарушения стандартных предположений о нормальности (для параметрических критериев) и при ограниченной точности представления данных в выборках, влияющей на распределения статистик (для всех критериев). Приводятся примеры применения.

В **заключении** формулируются основные результаты, полученные в работе.

В **приложения** вынесены 39 таблиц с оценками мощности критериев проверки отсутствия тренда, свидетельства о государственной регистрации программ, акты о применении результатов исследований.

3. Обоснованность и достоверность полученных результатов

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, вытекающих из результатов исследований, обеспечиваются корректным применением математического аппарата и методов статистического моделирования для исследования свойств и распределений статистик критериев, а также совпадением результатов статистического моделирования, в соответствующих случаях, с известными теоретическими результатами и результатами других авторов.

4. Научная и практическая ценность основных положений диссертации

Научную ценность диссертации составляют:

- результаты исследования распределений статистик и свойств рассмотренных критериев при ограниченных объемах выборок и в зависимости от ошибок округления, выявленные достоинства и недостатки отдельных критериев;
- результаты сравнительного анализа мощности рассмотренных критериев проверки гипотез об отсутствии тренда в математическом ожидании;
- результаты сравнительного анализа мощности рассмотренных критериев проверки гипотез об отсутствии тренда в дисперсии;
- построенные приближенные модели предельных распределений для предложенных вариантов k -выборочных критериев однородности законов;

– результаты сравнительного анализа мощности рассмотренных k -выборочных критериев проверки однородности.

Практическая ценность диссертации заключается в том, что:

– результаты позволяют обосновать выбор критерия при проверке соответствующей гипотезы;

– предоставлена возможность корректного применения всех рассмотренных критериев в условиях нарушения стандартных предположений и/или при существенных погрешностях округления с вычислением оценки p -value.

5. Рекомендации по возможности использования результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы Веретельниковой И.В. могут применяться при решении задач метрологического обеспечения и статистического анализа экспериментальных данных в различных приложениях. Результаты могут использоваться в учебном процессе при изучении дисциплин, связанных с анализом данных.

6. Замечания по диссертационной работе

По представленной диссертации Веретельниковой И.В. могут быть сделаны следующие замечания.

1. Во введении (стр. 8) автором говорится, что критерии однородности можно использовать для проверки гипотез об отсутствии тренда, разбивая анализируемый ряд наблюдений на части и проверяя гипотезу об однородности этих частей. Далее из текста диссертации остаётся неясным, получила ли эта мысль дальнейшее развитие?

2. Относительно рассматриваемых конкурирующих гипотез исследуемые в главе 3 критерии проверки гипотезы об отсутствии тренда в характеристиках рассеяния упорядочиваются по-разному, и нельзя однозначно выделить лидера. Что делать, если обстоятельства требуют остановиться на применении единственного критерия?

Сделанные замечания имеют характер пожеланий и не снижают научной и практической ценности диссертации и не влияют на общую положительную оценку результатов исследований.

7. Заключение о работе

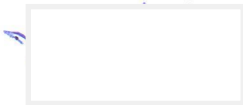
Содержание и область исследований диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.17.

Представленная диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, содержит подходы к решению важной научной задачи,

имеющей большую практическую значимость, и выполнена на высоком научном уровне. Результаты исследований 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 Ирины Викторовны соответствует требованиям пунктов 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Д.т.н., профессор, заведующий лабораторией
информационных систем и защиты информации,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Институт вычислительных технологий
Сибирского отделения Российской академии наук,
пр-т Академика Лаврентьева, 6, Новосибирск, 630090.
Тел.: (383) 330–61–50; E-mail: boris@ryabko.net

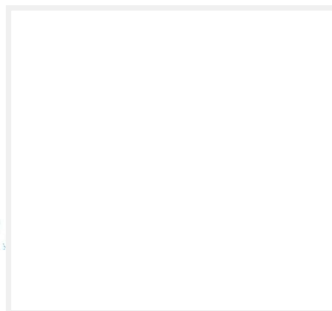


Борис Яковлевич Рябко

Подпись профессора Б.Я. Рябко заверяю.
Начальник ОК ИВТ СО РАН



28.10.2019



Отзыв поступил в
совет 22.11.2019

С отзывом ознакомлена
22.11.2019 Ветц