

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной деятельности
СибГУ им. М.Ф. Решетнева

Логинов Ю.Ю.

ноября 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» 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

Результаты диссертационной работы Веретельниковой Ирины Викторовны были обсуждены ведущими специалистами кафедры системного анализа и исследования операций СибГУ им. М.Ф. Решетнева. По результатам обсуждения диссертационной работы Веретельниковой Ирины Викторовны принято следующее заключение.

1. Актуальность темы исследований

Корректность статистических выводов, осуществляемых в различных приложениях с использованием (классического) аппарата прикладной математической статистики, зависит от выполнения предположений, обуславливающих возможность использования соответствующих методов и критериев проверки статистических гипотез. В условиях различных нарушений стандартных предположений меняются свойства методов и, в частности, распределения статистик и мощность критериев проверки гипотез. Исследование этих свойств в изменившихся условиях аналитическими методами, как правило, представляет собой не простую задачу, в том числе, из-за многообразия возможных нарушений в приложениях. В то же время компьютерные технологии моделирования и исследования закономерностей позволяют исследовать и применять соответствующие критерии в нестандартных условиях, обеспечивая корректность выводов.

Наличие в аппарате прикладной математической статистики множеств критериев, ориентированных на проверку гипотез определённого вида, ставит исследователей перед проблемой выбора наиболее предпочтительного критерия, обладающего большей мощностью относительно интересуемых

альтернатив (относительно интересующих конкурирующих гипотез). Решение такого рода проблем также наиболее перспективно с опорой на компьютерные технологии и статистическое моделирование.

Следует отметить, что современный этап развития статистических методов анализа характеризуется ускорением процесса появления новых критериев проверки статистических гипотез, а также всё большей ориентацией на использование компьютерных технологий, как при исследовании, так при последующем применении этих критериев.

Сказанное выше подчеркивает актуальность темы и содержания диссертации, ориентированной на использование и развитие компьютерных технологий при исследовании распределений статистик и мощности критериев проверки гипотез об отсутствии тренда и критериев однородности, а также на применение рассматриваемых критериев, в том числе, в условиях нарушения стандартных предположений.

Область исследований диссертации соответствует п. 5 паспорта специальности 05.13.17 “Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечениях, разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений”.

2. Научная новизна исследований и полученных результатов

Результаты, полученные в диссертации, опубликованы в 27 работах автора, среди которых 3 статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК, 6 статей в рецензируемых трудах международных конференций, индексируемых в Web of Sciences и/или Scopus, 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация объемом 203 страницы включает введение, 5 глав основного содержания, заключение, список использованных источников из 120 наименований, 3 приложения, включающие таблицы с оценками мощности критериев проверки отсутствия тренда, свидетельства о государственной регистрации программ, акты о применении результатов исследований.

В **первой главе** диссертации (20 стр.) приводятся основные понятия и определения, применяемые при проверке статистических гипотез, приводятся постановки задач проверки гипотезы об отсутствии тренда в математическом ожидании, проверки гипотезы об отсутствии тренда в характеристиках рассеяния, проверки гипотезы об однородности законов. Для уточнения знаний о свойствах, о распределениях статистик и мощности групп критериев, ориентированных на проверку соответствующих гипотез, для обеспечения корректности применения соответствующих критериев, в том числе, в условиях нарушения стандартных предположений, формулируются общие цели исследований.

Во **второй главе** диссертации (50 стр.) для более полутора десятка критериев, ориентированных на проверку гипотезы об отсутствии тренда в математическом ожидании, исследовано влияние объемов выборок n на распределения статистик критериев при справедливости проверяемой ги-

потезы. Для критериев с известными предельными распределениями статистик получены оценки объемов выборок n , начиная с которых можно использовать предельное (асимптотическое) распределение статистики соответствующего критерия вместо реального распределения этой статистики, имеющего место при конкретном n . Для параметрических критериев исследовано поведение распределений статистик при справедливости нулевой гипотезы в условиях нарушения стандартного предположения о нормальности. Отмечены достоинства и недостатки отдельных критериев. Получены оценки мощности критериев по отношению к некоторым близким конкурирующим гипотезам, на основании которых критерии могут быть упорядочены по предпочтительности.

В **третьей главе** диссертации (23 стр.) аналогичным образом для совокупности критериев, ориентированных на проверку гипотезы об отсутствии тренда в характеристиках рассеяния, исследовано влияние объема выборок на распределения статистик критериев при справедливости проверяемой гипотезы. Для критериев с известными предельными распределениями статистик получены оценки n , начиная с которых можно использовать асимптотическое распределение статистики соответствующего критерия вместо реального распределения при конкретном n . Для параметрических критериев исследовано поведение распределений статистик при справедливости проверяемой гипотезы в условиях нарушения стандартного предположения о нормальности. Отмечены достоинства и недостатки отдельных критериев. Получены оценки мощности критериев по отношению к некоторым близким конкурирующим гипотезам с различными моделями линейного, периодического и смешанного тренда в характеристиках рассеяния. На основании этих оценок рассмотренные критерии можно расположить в порядке убывания мощности.

В **четвёртой главе** диссертации (27 стр.) рассмотрено множество k -выборочных критериев однородности законов. В программную систему ISW, развиваемую научной школой, к которой принадлежит соискатель, встроено модуль, реализующий моделирование распределений статистик всех рассмотренных в работе k -выборочных критериев однородности. Предложены новые k -выборочные критерии однородности законов, опирающиеся на применение к каждой паре анализируемых выборок двухвыборочных критериев Смирнова, Лемана–Розенблатта, Андерсона–Дарлинга–Петита. Методами статистического моделирования исследованы распределения статистик предложенных критериев и построены модели предельных распределений статистик для числа сравниваемых выборок $k = 3, 11$, используемые при вычислении достигнутого уровня значимости P_{value} . Реализован интерактивный режим моделирования распределений статистик k -выборочных критериев Жанга, позволяющий по результатам проверки гипотезы вычислять оценку P_{value} . Проведен сравнительный анализ мощности множества k -выборочных критериев проверки однородности законов относительно рассматриваемых конкурирующих гипотез.

В пятой главе диссертации (19 стр.) кратко описывается назначение и возможности программных модулей (с примерами применения), разработанных в рамках программной системы ISW, позволяющих: моделировать и исследовать распределения статистик множества параметрических и непараметрических критериев, ориентированных на проверку гипотез об отсутствии тренда в математическом ожидании или в дисперсии, а также применять это множество критериев; моделировать и исследовать распределения статистик множества k -выборочных критериев, предназначенных для проверки гипотез об однородности законов (3-х критериев Жанга, k -выборочного варианта критерия Андерсона–Дарлинга, критерия однородности χ^2 , предложенных критериев максимума Смирнова, максимума Лемана–Розенблатта, максимума Андерсона–Дарлинга–Петита), а также применять эту совокупность критериев; использовать интерактивный режим моделирования распределений статистик применяемых критериев (в условиях отсутствия информации о предельном распределении статистики или неправомерности его использования при ограниченных объёмах выборок, либо в случае применения критерия в условиях нарушения стандартных предположений), с последующим вычислением оценки P_{value} по полученному в результате моделирования распределению. Здесь же показано применение рассмотренных в работе множеств критериев проверки однородности законов и критериев проверки гипотез об отсутствии тренда (в нестандартных условиях) при анализе некоторых реальных данных.

В заключении формулируются основные результаты, полученные в работе.

Все основные результаты диссертации опубликованы, апробированы на ряде научных конференций и семинаров, в том числе международных.

Диссертация написана в хорошем стиле, изложение достаточно четкое и грамотное.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

3. Обоснованность и достоверность полученных результатов

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается корректностью применения математического аппарата, совпадением результатов компьютерного моделирования с известными теоретическими результатами. Точность построенных моделей подтверждается близостью вычислений по моделям с результатами статистического моделирования.

Результаты автора не противоречат и согласуются с результатами предшественников, полученными при аналогичных исследованиях.

4. Научная и практическая ценность основных положений диссертации

Научная ценность диссертации заключается:

– в результатах исследования свойств и распределений статистик рассмотренных критериев при ограниченных объемах выборок, при ограни-

ченной точности измерений, в выявленных достоинствах и недостатках отдельных критериев;

- в результатах сравнительного анализа мощности рассмотренных критериев проверки гипотез об отсутствии тренда в математическом ожидании;

- в результатах сравнительного анализа мощности рассмотренных критериев проверки гипотез об отсутствии тренда в дисперсии;

- в построенных на основании результатов статистического моделирования приближенных моделях предельных распределений для предложенных k -выборочных вариантов критериев однородности;

- в результатах сравнительного анализа мощности всех рассмотренных k -выборочных критериев проверки однородности законов.

Практическая ценность результатов диссертационной работы заключается:

- в возможности корректного применения всех рассмотренных критериев в условиях нарушения стандартных предположений и/или при существенных погрешностях округления с вычислением достигнутого уровня значимости p_{value} .

5. Рекомендации по возможности использования результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы И.В. Веретельниковой могут быть использованы при статистическом анализе результатов измерений в различных приложениях. В частности, результаты, связанные с критериями однородности, могут применяться при решении задач метрологического обеспечения, например, при сличении лабораторных испытаний.

6. Замечания по диссертационной работе

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

1. Очевидно, что рассмотренные в диссертации критерии однородности могут использоваться также в качестве критериев проверки гипотез об отсутствии тренда. Однако в тексте диссертации отсутствует упоминание об этой возможности, что является несколько странным в связи с тем, что меню текущей версии ISW уже предусматривает такое использование, как и возможность применения критериев однородности для проверки симметричности законов.

2. Желательно было бы также сравнить рассмотренные критерии проверки гипотезы об отсутствии тренда в математическом ожидании с возможностями k -выборочных критериев однородности средних, используемых для проверки отсутствия тренда. Аналогично, критерии проверки гипотезы об отсутствии тренда в дисперсии – с возможностями k -выборочных параметрических и непараметрических критериев однородности в характеристиках рассеяния.

3. Было бы не лишним пояснить, что имеется в виду под словами: “Асимптотические” оценки мощности.... (стр. 70)

4. Главы 2, 3, 4 посвящены численному исследованию различных критериев проверки гипотез. Следовало бы дать пояснения, как именно формировались исходные выборки, которые впоследствии были использованы в диссертационном исследовании.

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

7. Заключение о работе

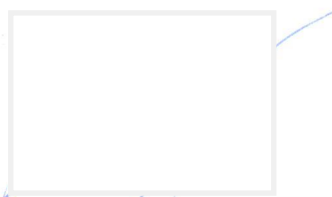
Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержит подходы к решению важной научной задачи, имеющей большую практическую значимость, и выполнена на высоком научном уровне. Представленные в работе исследования обладают научной новизной и достоверностью, все полученные выводы научно обоснованы. Основные положения диссертационной работы достаточно полно освещены в научных публикациях автора. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Вышесказанное позволяет утверждать, что диссертационная работа Веретельниковой Ирины Викторовны соответствует требованиям п. 9 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.

Отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры системного анализа и исследования операций СибГУ им. М.Ф. Решетнева (протокол № 2 от 30 октября 2019 г.)

Должность:

доктор технических наук, профессор,
кафедра системного анализа
и исследования операций



Медведев Александр Васильевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 660037, Красноярск, пр-т им. газеты Красноярский рабочий, 31, тел. +7 (391) 264-00-14, факс: +7 (391) 264-47-09, e-mail: info@sibsau.ru, http://www.sibsau.ru

Отзыв поступил в
совет 22.11.2019

С отзывом ознакомлена
22.11.2019

