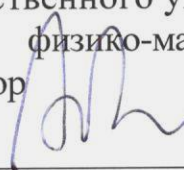


УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной и инновационной
деятельности Национального
исследовательского Томского
государственного университета
доктор физико-математических наук,
профессор



 А. Б. Ворожцов

« 21 » мая 2019

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» на диссертационную работу Блинова Павла Юрьевича «Исследование свойств и мощности критериев равномерности и показательности методами компьютерного моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики

Диссертация П. Ю. Блинова посвящена проблеме проверки статистических гипотез о принадлежности данных равномерному или экспоненциальному закону распределения. Целью диссертационной работы является исследование свойств и сравнительный анализ множества статистических критериев, предназначенных для проверки гипотез о принадлежности данных равномерному или экспоненциальному закону распределения.

Диссертация общим объемом 249 страниц состоит из введения, 5 глав основного содержания, включающего 34 таблицы и 72 рисунка, заключения, списка использованных источников из 139 наименований, 5 приложений. Содержание приложений составляют в общей сложности 136 таблиц с уточненными критическими значениями статистик и полученными оценками мощности критериев.

В **первой главе** диссертации описывается постановка задач проверки гипотез о принадлежности эмпирических распределений равномерному и показательному законам, формулируются цели исследования соответствующих множеств критериев, обосновывается выбор конкурирующих гипотез.

Во **второй главе** диссертации множество специальных критериев проверки равномерности исследуется методами статистического моделирования. Получены новые знания о сходимости распределений статистик критериев к асимптотическим, уточнены и расширены таблицы критических значений статистик, получены оценки мощности критериев относительно выбранных

конкурирующих гипотез. Впервые показана смещённость большей части специальных критериев (при малых объемах выборок) относительно некоторых конкурирующих гипотез. Проведен сравнительный анализ мощности рассмотренных критериев.

В третьей главе диссертации такие же исследования проведены относительно рассматриваемого множества специальных критериев проверки отклонения анализируемых выборок от показательного закона распределения. Оценены объёмы выборок, начиная с которых можно пользоваться асимптотическими распределениями статистик, уточнены и расширены таблицы критических значений статистик, получены оценки мощности критериев, отмечены недостатки критериев, проведен сравнительный анализ критериев.

Четвертая глава диссертации посвящена исследованию в условиях проверки равномерности и показательности непараметрических критериев согласия Колмогорова, Крамера–Мизеса–Смирнова, Андерсона–Дарлинга, Купера, Ватсона, трёх критериев Жанга, а также критерия согласия χ^2 Пирсона. Получены оценки мощности критериев относительно рассматриваемых конкурирующих гипотез. Показано, что при малых объемах выборок смещённость относительно некоторых конкурирующих гипотез характерна и для непараметрических критериев согласия. Проведен сравнительный анализ по мощности всей совокупности критериев, применяемых для проверки равномерности и применяемых для проверки показательности.

Пятая глава диссертации посвящена реализованному в рамках развиваемой программной системы ISW программному обеспечению, позволяющему исследовать и применять рассмотренные множества критериев (в том числе, в условиях отсутствия знаний о распределениях статистик и нарушения стандартных предположений) с вычислением достигнутых уровней значимости (p-value). Описывается разработанная подсистема, предназначенная для моделирования законов распределения от функций случайных величин, что увеличивает возможности для исследований. Приводятся примеры применения подсистемы. Показано как влияет степень округления анализируемых данных на распределения статистик применяемых критериев.

В заключении формулируются основные результаты, полученные в работе.

В приложении, кроме таблиц с критическими значениями и оценок мощности критериев, приводятся акты об использовании результатов диссертационных исследований и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

1. Актуальность темы исследований

Возможности корректного применения в приложениях аппарата прикладной математической статистики и, в частности критериев проверки статистических гипотез, ограничиваются рядом существующих проблем. Во-первых, при ограниченных объемах выборок распределения статистик критериев могут заметно отличаться от асимптотических распределений этих статистик. Во-вторых, распределения статистик могут существенно изменяться вследствие ограниченной точности регистрируемых данных. В-третьих, у большинства

существующих критериев распределения статистик зависят от объемов выборок, и информация о распределениях представлена лишь краткими таблицами критических значений. Следовательно, отсутствует возможность оценить достигнутый уровень значимости (p -value), без чего вывод о результатах проверки гипотезы оказывается не очень информативным. В-четвертых, в интересных для приложений ситуациях для проверки гипотезы определенного вида, как правило, предложен целый ряд критериев. В таких случаях возникает проблема выбора наиболее предпочтительного критерия, обладающего лучшими свойствами.

Очевидно, что уточнение знаний о реальных свойствах статистических критериев и применение критериев в условиях нарушения стандартных предположений и в отсутствие знаний о распределениях статистик возможно лишь с использованием компьютерных технологий.

В связи с вышесказанным, актуальность поставленных и исследуемых в диссертационной работе задач не вызывает сомнений.

Область исследований соответствует п. 5 «Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечения, ...» паспорта специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

2. Научная новизна исследования и полученных результатов

Результаты диссертационной работы опубликованы в 22 работах автора, в число которых входят 3 статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК, 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, 5 статей в трудах международных конференций, индексируемых в Web of Science и/или в SCOPUS, 1 монография в соавторстве.

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

3. Обоснованность и достоверность полученных результатов

Обоснованность и достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций, вытекающих из результатов исследований, обеспечиваются корректным применением математического аппарата и методов статистического моделирования.

Достоверность результатов статистического моделирования распределений статистик подтверждается также совпадением, в соответствующих случаях, с известными теоретическими результатами и результатами других авторов.

4. Научная и практическая ценность основных положений диссертации

Научная ценность основных результатов диссертации заключается:

– в уточнении знаний о реальных свойствах множества рассмотренных критериев, в выявленных случаях отклонения распределений статистик критериев от теоретических, в оценке объемов выборок, начиная с которых можно использовать асимптотические распределения статистик;

– в расширении таблиц критических значений статистик критериев рассмотренных критериев равномерности и критериев показательности;

– в результатах сравнительного анализа мощности множества критериев равномерности и множества критериев показательности.

Практическая ценность диссертации заключается в том, что:

– результаты исследований позволяют обосновать выбор критериев при проверке гипотез о равномерности и показательности;

– разработанное программное обеспечение и средства моделирования, позволяют исследовать особенности рассмотренных в диссертации множеств критериев;

– разработанные программные средства позволяют обеспечивать корректность формируемых выводов по любым применяемым критериям равномерности и показательности с вычислением достигнутого уровня значимости p_{value} (в том числе в нестандартных ситуациях: при ограниченных объемах выборок, в условиях неизвестных распределений статистик, при существенной степени округления анализируемых данных).

5. Рекомендации по возможности использования результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы Блинова П. Ю. могут применяться при решении задач метрологического обеспечения и статистического анализа результатов измерений в различных приложениях.

Разработанное программное обеспечение целесообразно также использовать в учебном процессе при освоении дисциплин, так или иначе связанных со статистическим анализом данных.

6. Замечания по диссертационной работе

По представленной диссертации Блинова П. Ю. могут быть сделаны следующие замечания:

1. В диссертации множества критериев равномерности и показательности упорядочены по мощности относительно определённых видов (достаточно близких) конкурирующих гипотез. Что-то изменится в порядке предпочтения, если рассматривать аналогичные гипотезы, но более близкие или более далекие?

2. Что делать, если нас интересует способность критериев отличать от равномерного (или показательного) закона какой-то конкретный закон?

3. Относительно различных конкурирующих гипотез (в диссертации относительно трёх) рассмотренные критерии упорядочиваются по-разному. Среди них можно отобрать те, что обладают большей мощностью. А что делать, если нас интересует однозначный выбор критерия?

4. Утверждается, что «применение совокупности критериев, статистики которых представляют собой различные меры для оценки отклонения эмпирического распределения от теоретического, повышает обоснованность статистических выводов» (см. с. 138 диссертации). Каким образом и на каком уровне доверия это можно делать?

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

Диссертация Блинова П. Ю. является завершенной научно-квалификационной работой, содержит подходы к решению важной научной задачи, имеющей большую практическую значимость. Работа 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. Диссертация написана в хорошем стиле, изложение достаточно четкое и грамотное.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Вышесказанное позволяет утверждать, что диссертационная работа Блинова Павла Юрьевича соответствует требованиям пунктов 9–11, 13, 14 действующего «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.

Диссертационная работа Блинова Павла Юрьевича обсуждена ведущими специалистами Института прикладной математики и компьютерных наук Национального исследовательского Томского государственного университета на расширенном заседании кафедры системного анализа и математического моделирования ИПМиКН 16 мая 2019 г., протокол № 1/3.

Отзыв составили:

Профессор кафедры прикладной математики Института прикладной математики и компьютерных наук НИ ТГУ, доктор технических наук (05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации), профессор

Смагин Валерий Иванович

Заведующий кафедрой системного анализа и математического моделирования Института прикладной математики и компьютерных наук НИ ТГУ, доктор физико-математических наук (05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях), доцент

Дмитриев Юрий Глебович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Российская Федерация, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; (382-2) 529-585, rector@tsu.ru, www.tsu.ru

Отзыв поступил в
совет 04.06.2019

С отзывом ознакомлен
04.06.2019