



Рисунок 1. Зависимость коэффициента отражения нейтронов $R^{++}(Q)$, $R^{-}(Q)$, $R^{+-}(Q)$, $R^{+}(Q)$ от переданного импульса для образца Dy20/Co30 при значении напряженности магнитного поля 4.5 кЭ и температуре 150 К (экспериментальные значения – символы, расчетные – линия).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. S. Mangin, M. Gottwald, C.-H. Lambert, D. Steil, Nature Materials. 13 (2014).
2. Z. S. Shan, D. J. Sellmyer, S. S. Jaswal et al., Phys. Rev. Letters. 63, 4 (1989).
3. Z. S. Shan, D. J. Sellmyer, Phys. Rev. B. 42, 16 (1990).
4. A. Subbotin, E.M. Pashaev, A.L. Vasiliev et al., Physica B. 573, 28. (2019).

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КРИТЕРИЕВ МНОЖЕСТВЕННЫХ СРАВНЕНИЙ НА ВЫБОРКАХ ИЗ НЕНОРМАЛЬНЫХ И НЕГОМОГЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

В. Н. Алдобаев¹, А. Д. Артемьева², А. А. Масликов^{3}, В. И. Саморокова⁴*

¹ НИЦ ТБП – филиал ФГБУ «ГНЦ Институт иммунологии», г.Большевик, ФМБА России.

² Политехнический университет Петра Великого,

институт биомедицинских систем и биотехнологий, г.Санкт-Петербург, Россия.

³ Филиал «Протвино» государственного университета «Дубна», г.Протвино, Россия.

⁴ Государственный промышленно-гуманитарный колледж им.В.М.Пескова, г.Воронеж, Россия.

*e-mail: masspref@yandex.ru

Традиционные аналитические методы исследования применимости методов множественных сравнений эффективны только при весьма жёстких ограничениях на соответствующие генеральные совокупности [1-3]. В то же время для решения этого вопроса с успехом можно применять компьютерные симуляции и метод Монте-Карло. Методом Монте-Карло мы симулируем проведение тестов, выполняемых при множественных сравнениях на выборках малого объёма из искаженных (по сравнению с нормальным) распределений [4-9]. Исследуется возможность применения классических критериев дисперсионного анализа (ДА) и непараметрического теста Краскела – Уоллиса для выборок малого объёма с ненормальным распределением и/или неоднородных по дисперсии. В качестве критерия однородности выборок по дисперсиям используется тест Левене. Нормальность выборок проверяется с помощью теста Шапиро–Уилка. Для искажения нормальности выборок используются генеральные совокупности, распределенные по хи-квадрат и t-распределению Стьюдента с малым числом степеней свободы. Также ненормальность распределений отслеживается с помощью параметров: эксцесс (коэффициент островершинности) и асимметрия. В качестве генератора псевдослучайных чисел применяется так называемый вихрь Мерсенна реализованный в рамках пакета программ Wolfram Mathematica [4,5]. Число испытаний для каждого набора параметров доведено до миллиона. Вычисляются эффективные вероятности ошибок 1-го рода и делаются выводы о влиянии негетогенности дисперсий, «ненормальности» эксцесса и асимметрии на эффективность исследуемых критериев [10,11]. Также изучено поведение пост-тестов Тьюки и Бенджамин-Хохберга [12,13].

Например, получили, что сильная неоднородность СКО (геометрическая) даже при малых объёмах выборок (5-8 элементов) приводит к эффективному увеличению вероятности ошибки 1-го рода при ДА максимум до 10 % с 5 %. Полученные результаты позволяют заключить, что ДА слабо чувствителен к негомогенности дисперсий, а искажение нормального вида распределений для ДА и Kruskal — Wallis не приводит к существенному росту вероятности ошибок 1-го рода, а при сонаправленной асимметрии в случае ДА может приводить к некоторому её уменьшению.

В результате можно сказать, что зачастую нет оснований использовать непараметрические методы вместо параметрических в ущерб мощности соответствующих критериев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеффе, Г. Дисперсионный анализ./Г.Шеффе. - Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 2011. - 512 с.
2. Любищев, А.А. Дисперсионный анализ в биологии./А.А. Любищев. – Изд-во «Книга по Требованию», 2012. - 101 с.
3. Лапач, С. Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. 2-е изд. перераб. и доп./ С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. – МОРИОН, 2001. - 408 с.
4. Matsumoto, M. 623-Dimensionally Equidistributed Uniform Pseudorandom Number Generator. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation 8./ M. Matsumoto, T. Nishimura. - 1998, №1 – С.3–30.
5. Nishimura, T. Tables of 64-Bit Mersenne Twisters. ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation 10./ T. Nishimura. – 2000, №4 - С.348–357.
6. Лемешко, Б. Ю. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход./ Б. Ю. Лемешко, С. Б. Лемешко, С. Н. Постовалов, Е. В. Чимитова. - Изд-во НГТУ, 2011. - 888 с.
7. Лемешко, Б. Ю. Об устойчивости и мощности критериев проверки однородности средних./ Б. Ю. Лемешко, С. Б. Лемешко. - Измерительная техника, - 2008. - №9. - С.23–28.
8. Lemeshko, B. Y. Comparative Analysis of the Power of Goodness-of-Fit Tests for Near Competing Hypotheses. I. The Verification of Simple Hypotheses./ B. Y. Lemeshko, S. B. Lemeshko, S. N. Postovalov. - Journal of Applied and Industrial Mathematics, - 2009. - Vol. 3, No. 4- С.462–475.
9. Лемешко, Б. Ю. Критерии проверки статистических гипотез при анализе больших выборок: проблемы и их решение./ Б. Ю. Лемешко. - ИПЦ НГУ, 2019. – С.50–51.
10. Корнеев, А. А. Условия применимости критериев Стьюдента и Манна–Уитни. /А. А. Корнеев, А. Н. Кричевец. - Психологический журнал. -2011. – т.32, №1. – С.97–110.
11. В. Н. Алдобаев, А. Д. Артемьева, А. А. Масликов Исследование поведения классических критериев множественных сравнений на ненормальных неоднородных распределениях методом Монте-Карло. – Вестник ВГУ. Серия: Системный анализ и информационные технологии, (3), 72-80. <https://doi.org/10.17308/sait.2021.3/3737>
12. Тьюки, Джон (1949). "Сравнение индивидуальных средних в Дисперсионном анализе". Биометрия. 5 (2): 99–114.
13. Y. Benjamini, Y. Hochberg. «Controlling the Discovery Rate: a Practical and Powerful Approach to Multiple Testing». Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological), Vol.57, No. 1 (1995), pp 289-300;