

**ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ
КРИТЕРИЕВ ПРОВЕРКИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ
В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ**

**PROBLEMS OF USING NONPARAMETRIC CRITERIA
FOR TESTING STATISTICAL HYPOTHESES
IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS**

И. В. АБДРАХМАНОВА, И. В. ЛУЩИК
I. V. ABDRAKHMANOVA, I. V. LUSCHIK

ФГБОУ ВО «Волгоградская государственная академия физической культуры»
Волгоград, Россия
FSEBI HE «Volgograd State Physical Education Academy»
Volgograd, Russia

e-mail: abdr-iren@yandex.ru

В статье описаны проблемы, связанные с обработкой данных выборок малого объема, характерных для исследований в области физической культуры и спорта. Особое внимание уделено процедуре проверки статистических гипотез о нормальном распределении данных, как основного условия дальнейшего анализа любого диссертационного исследования. Авторами настоящей статьи определены условия, подтверждающие необходимость применения непараметрического критерия для решения вопроса о подтверждении или опровержении нормального распределения сгруппированных экспериментальных данных.

Ключевые слова: статистический анализ, физическая культура, непараметрические критерии, проверка статистических гипотез.

The article describes the problems associated with the processing of data from small sample sizes typical of research in the field of physical education and sport. Particular attention is paid to the procedure of testing statistical hypotheses about the normal distribution of data, as a basic condition for further analysis of any dissertation research. The authors of this paper define the conditions confirming the necessity of applying nonparametric criterion to decide whether to confirm or refute the normal distribution of the grouped experimental data.

Keywords: statistical analysis, physical education, nonparametric criteria, statistical hypothesis testing.

Современные научные труды в области физической культуры и спорта содержат результаты статистической обработки относительно малого массива данных. Это положение определяется спецификой проводимых измерений (количество испытуемых – спортсменов высокой квалификации невелико). Можно выделить основные задачи анализа данных:

- группировка и первичное описание экспериментальных данных (построение ряда данных в соответствии с определенным в исследовании признаком или сочетанием признаков: возраст, пол, спортивная специализация и прочее; расчет средних и вариационных характеристик);
- проверка значимости различий сопоставляемых выборок (связанных или несвязанных) по уровню исследуемого признака; проверка нормального закона распределения полученных данных и прочее;
- выявление связи между исследуемыми факторами.

Алгоритмы решения первой и третьей задач определяются однозначно. Их выполнение не вызывает трудностей даже при отсутствии значительного опыта. Подтверждением может служить работа по изучению адаптивных возможностей организма подростков с различным уровнем здоровья и двигательной активности, осуществленное сотрудниками ФГБОУ ВО «ВГАФК» [5, С. 5].

Для решения второй задачи, согласно результатам анализа магистерских диссертаций, представленных для защиты в ФГБОУ ВО «ВГАФК», в большинстве случаев используется параметрический критерий Стьюдента. При этом наблюдается два несоответствия:

1. игнорируется основное условие применимости данного критерия – подтверждение нормальности распределения данных;
2. для проверки нормального закона распределения используется критерий согласия Пирсона, который может быть несостоятелен при малом объеме выборки (при построении интервального ряда необходимо наличие не менее 5 измерений для каждого интервала в непрерывном вариационном ряду).

Классификация критериев согласия включает:

- параметрические критерии;
- критерии, предполагающие сравнение параметрических и непараметрических выборочных оценок;
- критерии, предусматривающие сравнение нормального распределения и эмпирических функций распределения выборочных данных [1, С. 83].

Данное положение подтверждает необходимость сравнительного анализа, отбора и последующего использования непараметрических критериев [4, с. 56].

Представленные в работах отечественных ученых критерии согласия, используемые в современных исследованиях в сфере образования, сопоставляются по мощности и образуют следующую иерархию: критерии Хегази-Грина, Гири, Дэвида-Хартли-Пирсона, Шпигельхальтера, Локка-Спурье, Оя. При этом критерии Локка-Спурье и Оя – аппроксимации критерия согласия Пирсона; критерий Шпигельхальтера имеет узкую область применения, критерий Гири является менее мощным в сравнении с критерием Шапиро-Уилка на малых выборках [3, С. 208].

Интерпретация результатов использования описанных выше критериев, согласно мнению специалистов, должна производиться не только в формальном, но и в графическом формате (квантильные диаграммы) с применением возможностей программных сред [2, с. 52].

Эта процедура позволяет компенсировать несовершенство анализа: при малом объеме данных возможно игнорирование выраженных отклонений [4, с. 55].

Далее представлены результаты проверки нормального распределения при помощи критерия Шапиро-Уилка (бег на 10 м у 36детей в возрасте 11 лет). Использован сервис Shapiro-Wilk Test Calculator (*Рисунок 1*).

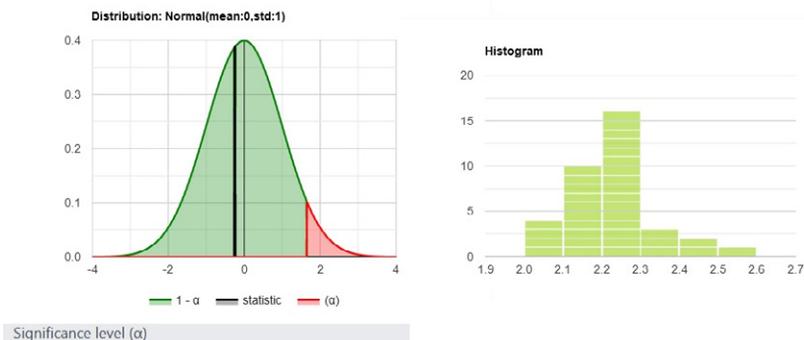


Рисунок 1. Сопоставление нормального и данного ($n = 36$) распределения при помощи критерия Шапиро-Уилка.

Визуальный анализ полученного графического материала, а также сравнение квантилей теоретического нормального распределения и экспериментальных данных (*Рисунок 2*) подтверждает наличие значимых

различий, которые формально несущественны. Согласно расчетам, данная выборка признается нормально распределенной.

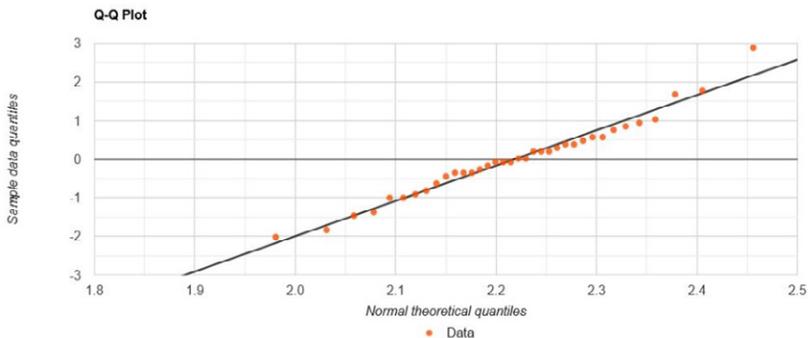


Рисунок 2. Сопоставление квантилей нормального и данного распределения ($n = 36$)

Аналогичный результат при проверке на нормальность результатов бега на 10 м у детей в возрасте 10 лет (115 испытуемых). Использован сервис Kolmogorov-Smirnov Test Calculator (Рисунок 3).



Рисунок 3. Гистограмма распределения экспериментальных данных ($n = 115$).

Визуальный анализ и сравнение квантилей теоретического нормального распределения и экспериментальных данных (Рисунок 4) позволяет обнаружить значимые отличия, которые формально оцениваются как статистически незначимые.

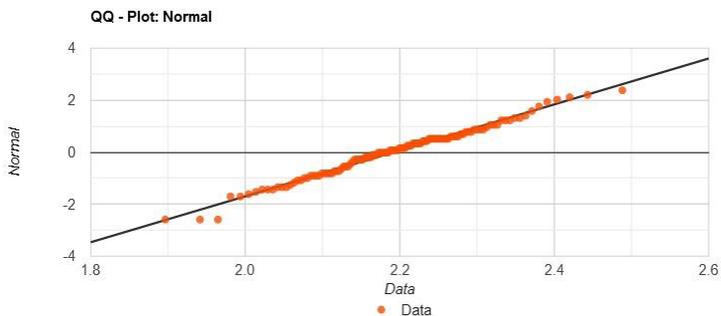


Рисунок 4. Сопоставление квантилей нормального и данного распределений (n = 115)

Таким образом, отбор критерия для проверки нормального распределения выборочных данных должен осуществляться в соответствии с объемом статистических данных. Анализ результатов проверки гипотезы о нормальном законе распределения экспериментальных данных должен быть разносторонним: формальным и графическим. Системный подход к интерпретации результатов подтверждает корректность выводов и позволяет обеспечить адекватные условия для дальнейшего статистического анализа при проведении исследований в области физической культуры и спорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александровская, Л. Н. Рекомендации по применению ряда критериев проверки отклонения распределения вероятностей от нормального закона в практике инженерного статистического анализа / Л. Н. Александровская, А. В. Кириллин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – №1– 1. – С. 82–90.
2. Анализ непрерывных данных с использованием программной среды R / Егшин В. Л. [и др.]. // Экология человека. – 2018. – №11. – С. 51–64.
3. Зыков, С. В. Критерии отклонения распределения случайных величин от нормального в математическом обеспечении программных систем поддержки измерений в образовании / С. В. Зыков, А. А. Незнанов, О. В. Максименкова // Программные системы: теория и приложения. – 2018. – №4 (39). – С. 200 – 217.
4. Унгуряну, Т. Н. Краткие рекомендации по описанию, статистическому анализу и представлению данных в научных публикациях / Т. Н. Унгуряну, А. М. Гржибовский // Экология человека. – 2011. – №5. – С. 55–60.
5. Электронная система оценки адаптивных возможностей организма школьников на занятиях по физической культуре / И. В. Абдрахманова [и др.]. // Ученые записки университета Лесгафта. – 2019. – №12 (178). – С. 3–7.