



DOI: <https://doi.org/10.15688/mpcm.jvolsu.2017.4.4>

УДК 510:796.071.3

ББК 22.1

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МАЛЫХ ВЫБОРОК В АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЯ МАННА – УИТНИ

Елена Владимировна Бондарева

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры математического анализа и теории функций,
Волгоградский государственный университет
ele-bondareva@yandex.ru, matf@volsu.ru
просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация

Наталья Викторовна Стеценко

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин
и информационных технологий,
Волгоградская государственная академия физической культуры
stetzenko.natalya@yandex.ru
просп. им. В.И. Ленина, 78, 400005 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о статистике малых выборок, которые свойственны сфере адаптивной физической культуры, характеризующейся ограниченным числом испытуемых. Выделен метод Манна – Уитни, позволяющий установить достоверность различий полученных результатов наблюдений в небольших выборках, указаны необходимые условия для его применения. Возможность использования этого метода проиллюстрирована на примере определения эффективности предложенной методики тренировки для спортсменов-инвалидов.

Ключевые слова: малая выборка, U -критерий Манна – Уитни, статистические достоверные, ранговая сумма, физическая культура.

Использование методов математической статистики в психолого-педагогических исследованиях позволяет получить наиболее полную и достоверную картину об изучаемых процессах и явлениях. Любой качественный анализ результатов диагностики, полученный в ходе педагогического эксперимента, в обязательном порядке должен подкрепляться количественным анализом, опирающимся на методы математической статистики, правомерность и универсальность которых очевидна и подкреплена многолетним опытом их применения практически во всех областях науки и педагогики в частности [5].

Педагогические исследования в сфере адаптивной физической культуры характеризуются ограниченным числом испытуемых. Речь может идти об экспериментальных группах численностью от 3–5 до 10–12 человек, что в статистике именуют малыми выборками. Статистическая обработка материалов таких исследований требует корректного выбора методов по причине высоких индивидуальных различий лиц с ограниченными возможностями (по состоянию здоровья, уровню физического и психического развития, наличию вторичных нарушений, двигательного опыта, состоянию сохраненных функций), которые создают высокую вариативность показате-

лей. Обработка групповых данных методами вариационной статистики, согласно современным тенденциям, предполагает выявление как наиболее стабильных параметров, характеризующих группу, так и наиболее вариативных [4].

Одним из методов обработки малых выборок в педагогических исследованиях является метод Манна – Уитни. Этот метод применяется для оценки различий по показателям какого-либо признака между двумя несвязными (независимыми) выборками. Количество элементов в сравниваемых выборках может быть неодинаковым, но не менее трех. Допустимо два значения в одной выборке, но тогда во второй выборке должно быть не менее пяти. В отличие от метода Стьюдента, этот метод не требует наличия нормального распределения сравниваемых совокупностей [3]. Помимо этого условия необходимо отсутствие или ограниченное число совпадающих значений.

Подсчет U -критерия Манна – Уитни основан на подсчете тех элементов одной выборки, которые имеют схожие элементы другой выборки. Приведем формулы вычисления критерия Манна – Уитни:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x(n_x + 1)}{2} - T_x,$$

где n_1 и n_2 – объемы первой и второй выборок соответственно; n_x – объем выборки с большей суммой рангов; T_x – большая из двух ранговых сумм.

Итак, покажем на конкретном примере использование метода Манна – Уитни.

Пример. Определить эффективность различных методик тренировки по результатам выполнения контрольного упражнения (в баллах) спортсменов-инвалидов двух групп.

| | | | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Экспериментальная группа (x_i) | 9,2 | 9,0 | 8,9 | 9,4 | 9,5 | 9,0 | 9,3 |
| Контрольная группа (y_i) | 8,7 | 9,2 | 9,0 | 9,1 | 8,9 | 8,8 | |

Формулируем гипотезы:

H_0 – результаты в двух группах значимо не отличаются.

H_1 – результаты в двух группах значимо отличаются.

1) Объединяем две выборки в одну (элементы второй выборки подчеркиваем).

2) Ранжируем элементы объединенной выборки, располагая ее элементы в порядке возрастания.

3) Определяем ранги элементов объединенной выборки, общая сумма рангов должна равняться $0,5(n_1 + n_2)(n_1 + n_2 + 1)$.

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------------|------------|------------|-----|-----|-----|------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|
| x_i | | | | 8,9 | 9,0 | 9,0 | | | | 9,2 | 9,3 | 9,4 | 9,5 |
| y_i | <u>8,7</u> | <u>8,8</u> | <u>8,9</u> | | | | <u>9,0</u> | <u>9,1</u> | <u>9,2</u> | | | | |
| R | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3,5</u> | 3,5 | 6 | 6 | <u>6</u> | <u>8</u> | <u>9,5</u> | 9,5 | 11 | 12 | 13 |

Объем первой выборки: $n_1 = 7$.

Объем второй выборки: $n_2 = 6$.

Подсчитываем отдельно суммы рангов элементов, принадлежащих к первой и ко второй выборкам:

$$R_1 = 3,5 + 6 + 6 + 9,5 + 11 + 12 + 13 = 61.$$

$$R_2 = 1 + 2 + 3,5 + 6 + 8 + 9,5 = 30.$$

Проверяем совпадение общей суммы рангов с расчетной:

$$R_1 + R_2 = 91.$$

$$(R_1 + R_2 = 0,5 \cdot (7 + 6) (7 + 6 + 1) = 91).$$

4) Определяем большую из двух ранговых сумм:

$$R_1 = 61 - \text{большая сумма рангов первой выборки.}$$

5) Вычисляем эмпирическое значение критерия:

$$U_{\text{расч}} = 7 \cdot 6 + 0,5 \cdot 7 \cdot 8 - 61 = 9.$$

6) Для заданного уровня значимости $\alpha = 0,05$ и $n_1 = 7$ и $n_2 = 6$ находим по таблице критическое значение: $U_{\text{крит}} = 8$.

7) Сравниваем расчетное значение критерия с критическим:

$$U_{\text{расч}} > U_{\text{крит}} (9 > 8).$$

8) Делаем вывод о том, что гипотеза принимается, то есть результаты спортсменов-инвалидов двух групп с вероятностью 0,95 значимо не отличаются, что свидетельствует о неэффективности экспериментальной методики тренировки.

В настоящее время нарастающей популярностью в большинстве психолого-педагогических исследований пользуются статистические методы для обработки количественных данных, полученных в ходе экспериментов, при опросе и наблюдениях [1; 2]. Использование методов математической статистики позволяет извлечь для исследователя как можно больше сведений по изучаемому вопросу. При грамотном и корректном применении этих методов складывается общая картина полученных результатов исследований с возможностью оперативного контроля хода исследований. Поэтому современные психолого-педагогические исследования должны в обязательном порядке строиться с опорой на количественный анализ данных результатов исследования. При этом обработка результатов должна носить персонифицированный характер. Мониторинг индивидуальной динамики в каждом случае позволит понять связь педагогических воздействий с произошедшими изменениями в изучаемых явлениях и найти причинно-следственные взаимосвязности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарева, Е. В. Об использовании многомерного корреляционного анализа в педагогическом исследовании / Е. В. Бондарева // 8th International Scientific Conference «European Applied Science: modern approaches in scientific researches»: Papers of the 8th International Scientific Conference, January 30, 2014, Stuttgart, Germany. – Stuttgart, 2014. – P. 24–28.
2. Бондарева, Е. В. О возможности использования метода коллективного принятия решений в спортивных исследованиях / Е. В. Бондарева, Н. В. Стеценко // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1, Математика. Физика. – 2016. – № 2 (33). – С. 6–12.
3. Высшая математика и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. Г. И. Попова. – 2-е изд. – М. : Физическая культура, 2009. – 368 с.
4. Стеценко, Н. В. Различные подходы к принятию решений в ситуационных задачах как способ формирования профессиональных компетенций будущих специалистов в сфере ФКиС / Н. В. Стеценко, Е. А. Широбакина, Т. В. Хованская // Материалы международной заочной электронной научно-методической конференции «Проблемы и перспективы внедрения информационных и коммуникационных технологий в физкультурное образование в контексте подготовки конкурентоспособного компетентного специалиста». – 2016. – С. 70–74. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: https://yadi.sk/i/DTm2pRG_34S7ES (дата обращения: 28.02.2017). – Загл. с экрана.
5. Bondareva, E. V. Analysis of variance in psychological and educational research / E. V. Bondareva, N. V. Stetsenko // The First European Conference on Physics and Mathematics. – 2015. – P. 12–17.

REFERENCES

1. Bondareva E. V. Ob ispolzovanii mnogomernogo korrelyatsionnogo analiza v pedagogicheskom issledovanii [The use of multiple correlation analysis in pedagogical research]. *The Eighth International Scientific Conference "European Applied Science: modern approaches in scientific researches": Papers of the 8th International Scientific Conference, January 30, 2014, Stuttgart, Germany*, Stuttgart, 2014, pp. 24–28.
2. Bondareva E. V., Stetsenko N. V. O vozmozhnosti ispolzovaniya metoda kollektivnogo prinyatiya resheniy v sportivnykh issledovaniyakh [About the Possibility of Using the Method of Collective Decision-Making in Sports Research]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 1, Matematika. Fizika* [Science Journal of Volgograd State University. Mathematics. Physics], 2016, no. 2 (33), pp. 6–12.
3. Popov G. I., ed. *Vysshaya matematika i matematicheskaya statistika: ucheb. posobie dlya vuzov* [Higher Mathematics and Mathematical Statistics]. Moscow, Fizicheskaya kultura Publ., 2009. 368 p.
4. Stetsenko N. V., Shirobakina E. A., Khovanskaya T. V. Razlichnye podkhody k prinyatiyu resheniy v situatsionnykh zadachakh kak sposob formirovaniya professionalnykh kompetentsiy budushchikh spetsialistov v sfere FKIS [Different Approaches to Decision-Making in Case Studies as the Method of Formation of Professional

Competence of Future Specialists in the Field of Physical Education and Sport]. *Materialy mezhdunarodnoy zaochnoy elektronnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy vnedreniya informatsionnykh i kommunikatsionnykh tekhnologiy v fizkulturnoe obrazovanie v kontekste podgotovki konkurentosposobnogo kompetentnogo spetsialista»* [Proceedings of the International Extramural Electronic Scientific Methodological Conference “Problems and Perspectives of Introduction of Information and Communication Technologies into Physical Education in the Context of Training a Competitive Competent Specialist”], 2016, pp. 70-74. URL: https://yadi.sk/i/DTm2pRG_34S7ES. (accessed February 28, 2017).

5. Bondareva E.V., Stetsenko N.V. Analysis of variance in psychological and educational research. *The First European Conference on Physics and Mathematics*, 2015, pp. 12-17.

STATISTICAL PROCESSING OF SMALL SAMPLES IN ADAPTED PHYSICAL EDUCATION USING MANN – WHITNEY U TEST

Elena Vladimirovna Bondareva

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions,
Volgograd State University
ele-bondareva@yandex.ru, matf@volsu.ru
Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation

Natalya Viktorovna Stetsenko

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Department of Natural Science Disciplines and Information Technologies,
Volgograd State Physical Education Academy,
stetsenko.natalya@yandex.ru
Prosp. Lenina, 78, 400005 Volgograd, Russian Federation

Abstract. The paper deals with the problem of statistics of small samples which are applied in the field of Adapted Physical Education as it is characterized by limited number of test subjects. Mann – Whitney method is identified. This method allows ascertaining the veracity of differences in obtained results of observations in small samples. Necessary conditions for its application are also indicated in the article. The possibility of using such method is shown on the example of the definition of the efficiency of the proposed methods for training sportsmen with disabilities.

Key words: small sample, Mann – Whitney U test, reliable statistical data, rank sum, physical culture.