

МЕТОДИКА ВИБОРУ СТАТИСТИЧНОГО КРИТЕРІЮ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Микола Рубцов¹, Ернест Муртазієв¹, Наталя Рубцова²

*Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького¹,
Таврійський державний агротехнологічний університет²*

Анотація:

Статтю присвячено методиці вибору статистичного критерію та його застосуванню до результатів педагогічного експерименту. Наведено приклади, що підтверджують ефективність проведених педагогічних досліджень.

Аннотация:

Рубцов Николай, Муртазиев Эрнест, Рубцова Наталья. Методика выбора статистического критерия и его применение к результатам педагогического эксперимента.

Статья посвящена методике выбора статистического критерия и его применению к результатам педагогического эксперимента. Приведены примеры, подтверждающие эффективность проведенных педагогических исследований.

Resume:

Rubtsov Mykola, Murtaziev Ernest, Rubtsova Natalia. Methods of selection of statistical criterion and its application to the results of pedagogical experiments.

The article is devoted to the method of selection of statistical criterion and its application to the results of the experiment. These examples confirm the effectiveness of the pedagogical research.

Ключові слова:

статистичний критерій; гіпотеза; параметричні й непараметричні критерії; педагогічний експеримент.

Ключевые слова:

статистический критерий; гипотеза; параметрические и непараметрические критерии; педагогический эксперимент.

Key words:

statistical criterion; hypothesis; parametric and nonparametric criteria; pedagogical experiment.

Постановка проблеми. Доцільність використання математичних методів у прикладних аспектах педагогічних досліджень забезпечує можливість одержання переконливих результатів, оскільки, по-перше, дає змогу вивчати масові явища, а по-друге, відіграє важливу роль у процесі обробки статистичних даних. Усе це допомагає оцінити результати експерименту, підвищити надійність висновків, дає підстави для теоретичних узагальнень.

Найчастіше в педагогічних дослідженнях використовують такі загальні математичні й статистичні методи: соціометрію, реєстрацію, ранжирування, шкалювання; середнє арифметичне, дисперсію; факторний, регресійний, кореляційний аналізи.

Особливе місце в педагогічних дослідженнях належить застосуванню статистичних критеріїв, що дає змогу встановити ефективність проведених експериментів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні методи дослідження в педагогіці дають змогу розкрити якісні характеристики досліджуваних явищ. Ці характеристики будуть більш повними й глибокими, якщо накопичений емпіричний матеріал обробити за допомогою кількісних методів. Однак проблема кількісних вимірювань у межах психолого-педагогічних досліджень дуже складна. Ця складність полягає насамперед у суб'єктивно-причинному розмаїтті педагогічної діяльності та її результатів, у самому об'єкті вимірювання, що перебуває в стані безперервного руху й зміни. Водночас запровадження в дослідження кількісних показників сьогодні є необхідним і обов'язковим

компонентом отримання об'єктивних даних про результати педагогічної праці. Зазвичай ці дані можуть бути отримані як шляхом прямого або опосередкованого вимірювання різних складників педагогічного процесу, так і за допомогою кількісної оцінки відповідних параметрів адекватно побудованої його математичної моделі. Для цього, під час дослідження проблем педагогіки застосовують методи математичної статистики. З їх допомогою виконують різні завдання: оброблення фактичного матеріалу, отримання нових, додаткових даних, обґрунтування наукової організації дослідження тощо.

Статистичні методи дають змогу систематизувати, науково опрацювати й подати матеріали дослідження, перевірити їх наукову достовірність. Статистичні методи розкривають зв'язки між досліджуваними явищами. Однак необхідно знати, що якою б високою не була ймовірність таких зв'язків, вони не дають права досліднику визнати їх причинно-наслідковими відношеннями. Статистика вимушена брати до аналізу дані, на які впливає безліч причин.

Є велика кількість монографій, підручників і навчальних посібників з теорії ймовірностей, математичної статистики та їх застосувань, у яких ґрунтовно викладено основні статистичні методики досліджень і розглянуто приклади їх застосувань [1; 4; 8; 9; 11], але публікацій, присвячених методиці вибору статистичного критерію для обробки експериментальних даних у педагогіці, не так багато. Одним з найкращих посібників, у якому розкрито шляхи вибору статистичного критерію в педагогічних

дослідженнях є, на нашу думку, посібник В. Шелехової [11].

Формулювання цілей статті. Ця стаття присвячена методиці вибору статистичного критерію і його застосуванню до результатів експерименту для підтвердження ефективності педагогічних досліджень.

Методи дослідження: математичні й статистичні методи обробки експериментальних даних.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для майбутнього вчителя дуже важливо вміти аналізувати результати своєї педагогічної діяльності, а також грамотно планувати й проводити психолого-педагогічні експерименти, а також обробляти їх результати.

Психолого-педагогічні дослідження можна розподілити за трьома групами. Перша – це номінальні змінні (стать, вік та інші анкетні дані тощо). Арифметичні операції над такими величинами позбавлені сенсу, оскільки результати описової статистики (вибіркові середні, дисперсія) до таких величин не застосовують. Класичний спосіб їх аналізу – поділ на класи стосовно тих чи тих номінальних ознак і перевірка значущих відмінностей за класами. Друга група даних має кількісну шкалу вимірювання, але ця шкала є порядковою (ординальною). Під час аналізу ординальних змінних використовують як поділ на підвибірки, так і рангові технології (наприклад, знаходження рангової кореляції). Третя група – кількісні змінні, що відображають ступінь вираження показника, що заміряється – це успішність, тести Амтхауера, Кеттелла та інші оціночні тести. У процесі роботи з вибірками цієї групи застосовують усі стандартні види аналізу, і за достатньо великого обсягу вибірки їх розподіл зазвичай близький до нормального.

Однією з головних цілей дослідження є аналіз змін, що відбуваються в процесі навчання, оцінка значущості й спрямованості цих змін і виявлення основних факторів, що впливають на процес. При цьому можливі два підходи. Можна розглядати тривалість навчання й обчислювати його кореляцію з індивідуальними характеристиками випробовуваного, що нас цікавлять. Однак проведені дослідження показують, що в процесі професіоналізації змінюються часто не самі показники, а структура взаємозв'язків між ними. Тому найбільш вдалим методом є розподіл даних за групами (підвибірками), їх самостійний, а потім порівняльний аналіз і перевірка значущості відмінностей у групах [1].

Пошуки шляхів удосконалення навчально-виховного процесу й розвиток педагогіки як науки зумовлюють необхідність проведення педагогічних досліджень на наукових засадах. Науково-педагогічні дослідження спрямовані на

виявлення суперечностей перебігу певного педагогічного процесу, окреслення шляхів подолання визначених суперечностей і обґрунтування правильності знайдених розв'язків проблеми.

Під час дослідження педагогічних явищ і процесів науковці вважають за необхідне враховувати такі їх характерні риси:

Вплив багатьох факторів на розвиток особистості: у період навчання учня в школі, студента у вищому навчальному закладі на них, крім освітньої установи, мають тією або тією мірою впливати такі основні фактори, як родина, друзі, референтна група, засоби масової інформації, суспільство загалом (зовнішні фактори). До того ж важливо враховувати індивідуальні особливості кожної особистості, її фізичний і психічний стан на певних етапах життєдіяльності (внутрішні фактори). Так, наприклад, якщо дитина хворіє чи переживає певні стресові ситуації, процеси сприймання та засвоєння в неї значно погіршуються.

Неповторність педагогічних процесів: під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників, що діють постійно, особистість змінюється, тому під час повторного дослідження науковець має справу вже з іншим «матеріалом».

Участь у педагогічних процесах людей передбачає, що всі дослідження необхідно проводити, дотримуючись етичних норм і правил.

Об'єкти в педагогічному дослідженні не бувають ідентичними: оскільки кожна людина є індивідуальною і неповторною, то на одну й ту саму зовнішню дію люди реагують по-різному. Отже, у педагогічних дослідженнях для отримання достовірних даних необхідно чітко дотримуватись встановлених правил відбору репрезентативної вибірки.

Науково-педагогічне дослідження можна вважати ефективним, якщо отримано новий результат, збагачено наявні теоретичні знання, які сприяють удосконаленню навчально-виховного процесу, розвитку дітей, дають змогу ефективно та якісно виконувати в певний момент часу наявні навчальні й виховні завдання.

Сутність математичних методів полягає в описі педагогічних явищ за допомогою кількісних характеристик, у використанні кібернетичних моделей для визначення оптимальних умов управління процесом навчання й виховання. Застосування їх для відображення педагогічних явищ можливе за умови масовості, типовості, виміру явищ.

Спостерігаючи за характеристиками об'єкта й вимірюючи їх, експериментатор збирає первинний статистичний матеріал. Подальше завдання полягає в такій обробці й презентації первинних даних, які б дали змогу оцінити

й зіставити результати для перевірки гіпотез, для виявлення суттєвих властивостей і закономірностей педагогічного процесу. В основі методів обробки – попереднє впорядкування, систематизація первинних даних і обчислення їх статистичних характеристик.

Узагальнений алгоритм підготовки даних може бути представлений такими операціями:

а) усі дані формулюються й записуються в необхідній короткій формі;

б) проводиться групування даних, тобто поділ їх на однорідні групи за ознаками, що цікавлять експериментатора. Дані в кожній групі впорядковуються – класифікуються, сортуються, структуруються згідно з тією моделлю, яка розроблялась під час складання плану-програми (лінійний, паралельний або перехресний експеримент);

в) встановлюються характеристики (ознаки, параметри кожної групи даних і проводиться підрахунок абсолютної кількості факторів, що характеризують групу (кількість учнів, уроків, відміток, відповідей тощо);

г) дані всередині кожної сформованої групи розташовуються в ряд (варіаційний ряд) за зменшенням або за зростанням ознаки. Визначається найбільше й найменше значення ознаки;

д) варіаційні ряди даних, отриманих за номінальною або порядковою шкалою підлягають ранжируванню. Інтервали групування за рангами вибирають оптимальні (занадто великі інтервали приховують нюанси явищ, занадто дрібні – ускладнюють обробку). Унаслідок цієї операції з'являються нові кількісні дані;

е) проводиться статистична обробка отриманих кількісних даних, що полягає в обчисленні деяких статистичних характеристик і оцінок, що дають змогу глибше зрозуміти особливості експериментальних явищ;

ж) готують наочні матеріали, що відображають отриману інформацію: складають таблиці, графіки, діаграми, схеми тощо, за якими надалі встановлюватимуть і аналізуватимуть зв'язки між параметрами експериментальних об'єктів.

Усі методи математико-статистичного аналізу умовно поділяються на первинні й вторинні. Первинними називають методи, за допомогою яких можна отримати показники, що безпосередньо відображають результати вироблених в експерименті вимірювань. Вторинними називаються методи статистичної обробки, за допомогою яких на базі первинних даних виявляють приховані в них статистичні закономірності.

До первинних методів статистичної обробки належать, наприклад, визначення вибіркової

середньої величини, вибіркової дисперсії, вибіркової моди й вибіркової медіани. До вторинних методів зазвичай входять: кореляційний аналіз, регресійний аналіз, методи порівняння первинних статистик у двох або декількох вибірках.

За допомогою вторинних методів статистичного опрацювання експериментальних даних безпосередньо перевіряються, доводяться або спростовуються гіпотези, пов'язані з експериментом. Ці методи зазвичай складніші за методи первинної статистичної обробки й потребують гарної підготовки дослідника в галузі елементарної математики і статистики.

Ми не торкатимемося питання змісту й організації навчального процесу, але виділимо дві групи проблем, пов'язаних з оцінкою результативності та ефективності процесу навчання.

До першої групи – назвімо їх *зовнішніми* – належать проблеми, пов'язані з виміром результатів навчання, визначенням їх якісних показників, співвіднесенням з вимогами державних освітніх стандартів і навчальних програм. Саме в цих відомостях, що дають змогу зіставити замовлення й результат, зацікавлене суспільство як замовник системи освіти. У розв'язанні проблем цієї групи зусилля спрямовані насамперед на розробку й упровадження в практику освіти методів отримання первинної інформації та її подальшої обробки, які відповідали б вимогам *об'єктивності, валідності, репрезентативності*.

До другої групи проблем – *внутрішніх* – ми зараховуємо ті, що пов'язані з удосконаленням навчального процесу в межах самої системи освіти, окремого навчального закладу чи педагога. Уявімо собі, що педагог-дослідник розробив методику викладання своєї дисципліни, яка, на його переконання, забезпечує досягнення учнями кращих результатів, порівняно з традиційною методикою. Як довести, що експериментальна методика краща (наприклад, більш ефективна)? Очевидно, необхідно провести педагогічний експеримент. Він буде полягати в застосуванні цієї методики під час роботи з учнями й у проведенні вимірювань показників, що свідчать про якість методики.

Проте педагогічні експерименти порівняно, наприклад, з природознавчими, мають низку відмінностей:

по-перше, результат впливу на учня завжди має ймовірнісний характер; тобто у процесі використання визначеної методики (як традиційної, так і експериментальної) деякі учні будуть засвоювати навчальний матеріал краще, а деякі – гірше; отже, будь-які закономірності (зокрема й закономірне покращення показників завдяки новій методиці) мають *статистичний*

характер їх виявлення потребує проведення вимірювань на достатньо великих групах учнів (статистичних вибірках);

по-друге, через брак можливостей навчити одну й ту саму людину спочатку за однією, а потім за іншою методикою і порівняти результати, доводиться за допомогою різних методик навчати різні групи учнів, що надалі потребує обґрунтування можливості зіставлення їх результативних показників;

по-третє, у педагогічних експериментах зазвичай немає можливості проведення прямого вимірювання (тобто співвідношення величини з деякою вимірювальною шкалою за допомогою приладу), у зв'язку з чим постає завдання – обґрунтувати використання тих чи тих параметрів, а також критеріїв результативності нової методики (що й чому вважати результатом?);

і нарешті, *по-четверте*, увесь навчальний процес повинен будуватись саме в інтересах учня, який стає «піддослідним» у педагогічних експериментах, на відміну від природознавчих. Через це в педагогічних експериментах *неприпустимим є негативний результат*: «нова методика дала показники гірші від традиційних». Це означає, що запропонована дослідником методика та експеримент за нею повинні бути ретельно продумані насамперед з тих позицій, щоб не завдати шкоди учневі.

Отже, на етапі планування педагогічного дослідження потрібно розв'язати такі питання:

- яка гіпотеза перевіряється в дослідженні?
- що може слугувати критеріями результативності застосування експериментальної методики?
- які параметри відображають результативність (ефективність) і як організувати їх вимірювання?
- який метод статистичної обробки результатів вимірювань є оптимальним (тобто адекватний завданню й виконує його якнайкраще)?

Педагогічні експерименти часто називають «нестрогими», маючи на увазі неоднозначність інтерпретації отриманих результатів. Це не зовсім правильно. Нестрогими виявляються результати, які не отримали достатнього обґрунтування й належної статистичної обробки. І, навпаки, коректне застосування статистичних методів дає змогу побудувати цілком однозначні висновки. Тому автор праці [10] наголошує на важливій ролі статистичних методів як у дослідженнях педагогічного характеру, так і в практичній діяльності педагогів. Жодна педагогічна інновація не повинна прийматись без строгого наукового обґрунтування, що базується зазвичай на методах статистичної обробки даних. Отже, мати уявлення про ці методи й уміти їх

застосовувати повинен кожен педагог-дослідник і взагалі педагог-практик.

Однією з типових задач обробки результатів експериментального педагогічного дослідження є встановлення збігу або розбіжності в статистичних характеристиках експериментальної та контрольної груп досліджуваних. Для цього формулюються статистичні гіпотези:

– гіпотеза про відсутність відмінностей (так звана нульова гіпотеза H_0);

– гіпотеза про статистичну значущість відмінностей (так звана альтернативна гіпотеза H_1).

Для ухвалення рішення про те, яку гіпотезу (нульову або альтернативну) слід прийняти, використовують статистичні критерії. Загальний алгоритм використання статистичних критеріїв полягає в тому, що на основі характеристик експериментальної і контрольної груп досліджуваних обчислюється число, яке називається «емпіричним значенням критерію». Це число порівнюється з заданим у таблиці еталонним числом, яке називається «критичним значенням критерію». Критичні значення критерію наводяться для декількох рівнів значущості. У педагогічних дослідженнях найчастіше обмежуються значенням рівня значущості, що дорівнює 0,05, тобто допускається можливість не більше, ніж 5% помилок у сформульованих висновках.

Якщо отримане емпіричне значення критерію виявляється меншим за критичне або дорівнює йому, то вважається, що на заданому рівні значущості характеристики експериментальної і контрольної груп статистично не розрізняються. Якщо емпіричне значення критерію є більшим від критичного, то нульова гіпотеза відкидається й приймається альтернативна гіпотеза: характеристики експериментальної і контрольної груп статистично відрізняються одна від одної на відповідному рівні значущості. Усе, сказане вище, можна наочно продемонструвати у вигляді такої схеми (рис. 1) [4].

Статистичні критерії поділяються на параметричні й непараметричні [1; 8; 9; 11].

Параметричні критерії – критерії, що використовують тоді, коли вид розподілу або функція розподілу вибірки нам задані [3]. Вони містять у формулі розрахунку параметри розподілу. Тобто середні й дисперсії (нормальний розподіл, t-критерій Стьюдента, F-критерій та ін.).

Непараметричні критерії статистики – вільні від допущення про закон розподілу вибірок і базуються на припущенні про незалежність спостережень. Вони не містять у формулі розрахунку параметри розподілу й ґрунтуються

на оперуванні частотами або рангами (критерій Q Розенбаума, критерій T Вілкоксона та ін.). І ті, і ті критерії мають свої переваги й недоліки, висвітлені в роботах [1; 2; 8; 9; 11].

Найчастіше в педагогічних дослідженнях формулюють такі види гіпотез: 1) гіпотеза про наявність; 2) порівняння розподілів.

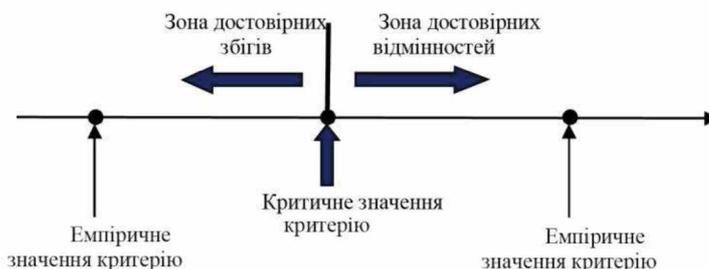


Рис. 1. Схема застосування статистичного критерію

Розпочинаючи статистичну обробку своїх досліджень, педагог повинен вирішити, які методи, залежно від особливостей його матеріалу, є найбільш придатними – параметричні або непараметричні. Вивчаючи окремі варіювальні ознаки вибірок (мають достатньо великий обсяг) сукупностей, складаючи ряди розподілу за згрупованими даними, рекомендується представити цей розподіл у вигляді діаграми. На діаграмі зображується полігон розподілу. Контури цього полігону допоможуть розв’язати питання про статистичні методи обробки. Нерідко ці контури нагадують контури дзвона з найвищою точкою

в центрі полігону й з симетричними гілками, що розгалужуються в той чи той бік. Такий контур відповідає кривій нормального розподілу, або кривій Гауса.

Автор праці [7] презентує методику попередньої перевірки отриманих статистичних даних на нормальність, що обов’язково потрібно робити для параметричних критеріїв.

Залежно від задач психолого-педагогічного дослідження можуть бути використані різні критерії. Перш ніж розглядати конкретні приклади, наведемо класифікацію психолого-педагогічних задач і методів їх розв’язання, що використовуються найчастіше [1] (див. табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація задач за умовами та методами їх розв’язання

Задачі	Умови	Методи
1. Виявлення відмінностей у рівні досліджуваної ознаки	а) 2 вибірки випробуваних	критерій Розенбаума; U -критерій Манна-Уїтні; t -критерій Стьюдента; φ -критерій (кутове перетворення Фішера); критерій Крамера-Уелча
	б) 3 і більше вибірок випробуваних	критерій тенденцій Джонкіра; H -критерій Крускала-Уолліса
2. Оцінка зсуву значень досліджуваної ознаки	а) 2 вимірювання на одній і тій самій вибірці випробуваних	критерій Вілкоксона; t -критерій Стьюдента; критерій знаків; критерій Фішера
	б) 3 і більше вимірювань на одній і тій самій вибірці випробуваних	критерій Фрідмана; критерій тенденцій Пейджа; t -критерій Стьюдента
3. Виявлення відмінностей у розподілі ознаки	а) зіставляючи емпіричний розподіл з теоретичним	Біноміальний критерій χ^2 -критерій Пірсона; критерій Колмогорова-Смирнова; t -критерій Стьюдента
	б) зіставляючи дві емпіричні ознаки	χ^2 -критерій Пірсона; φ -критерій (кутове перетворення Фішера)

Задачі	Умови	Методи
4. Виявлення ступеня узгодженості змін	а) двох ознак	ϕ -критерій лінійної кореляції Пірсона; τ -коефіцієнт рангової кореляції Кендалла; r -коефіцієнт кореляції Пірсона
	б) трьох або великої кількості ознак	r -коефіцієнт рангової кореляції Спірмена; r -коефіцієнт кореляції Пірсона
5. Аналіз змін ознаки під впливом контрольованих умов	а) під впливом одного фактора	S-критерій Джонкіра; критерій тенденцій Пейджа; однофакторний дисперсний аналіз; критерій Барлетта; G-критерій Кохрена
	б) під впливом кількох факторів одночасно	n-факторний дисперсний аналіз

Обчислення статистичних критеріїв можна виконувати як «вручну», так і за допомогою програмових засобів. У педагогічних дослідженнях доцільно використовувати спеціальну програму «Педагогічна статистика», яка призначена для аналізу даних, отриманих у результаті педагогічного дослідження [6].

Розглянемо 2 приклади застосування статистичних критеріїв.

Приклад 1. У двох групах учнів – експериментальній і контрольній – отримані такі результати з навчального предмета.

Перша група (експериментальна) $N_1 = 11$ осіб	Друга група (контрольна) $N_2 = 9$ осіб
12, 14, 13, 16, 11, 9, 13, 15, 15, 18, 14	13, 9, 11, 10, 7, 6, 8, 10, 11

Встановити за t-критерієм Стьюдента для незв'язаних і нерівних за чисельністю вибірок, наскільки відрізняється рівень знань експериментальної і контрольної груп [3].

Розв'язання. Попередньо для застосування t-критерію Стьюдента була зроблена перевірка на нормальний закон розподілу за методикою [7], яка дала задовільні результати.

Нехай H_0 : учні експериментальної групи показують у середньому такий самий рівень знань, як і учні контрольної групи. H_1 : учні експериментальної групи показують у середньому вищий рівень знань, ніж учні контрольної групи.

Загальна кількість членів вибірки: $n_1 = 11$, $n_2 = 9$.

Розрахунок середніх арифметичних: $\bar{x} = 13,636$; $\bar{y} = 9,444$.

Стандартне відхилення: $\sigma_x = 2,461$; $\sigma_y = 2,186$.

Розраховуємо стандартну помилку різниці середніх арифметичних за формулою:

$$\sigma_{x-y} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 + \sum(y_i - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)},$$

де n_1 і n_2 – обсяги першої і другої вибірки відповідно.

Тоді

$$\sigma_{x-y} = \sqrt{\frac{60,545 + 38,222}{11+9-2} \left(\frac{1}{11} + \frac{1}{9}\right)} = 1,053.$$

Порахуємо статистику критерію:

$$t_p = \frac{13,636 - 9,444}{1,053} = 3,981.$$

Порівнюємо отримане під час експерименту значення t_p з табличним значенням з урахуванням ступенів свободи, що дорівнюють за формулою $n_1 + n_2 - 2 = 18$.

Табличне значення $t_{крит} = 2,1$, якщо допускається можливість ризику зробити помилкове судження в п'яти випадках зі ста (рівень значущості дорівнює 5% або 0,05).

Якщо отримане під час експерименту емпіричне значення t_p перевищує табличне, то є підстава прийняти альтернативну гіпотезу (H_1) про те, що учні експериментальної групи показують у середньому більш високий рівень знань. В експерименті $t_p = 3,981$, табличне $t_{крит} = 2,1$, отже, $3,981 > 2,1$ (емпіричне

значення t_p перевищує табличне), звідси – висновок про перевагу експериментального навчання.

Приклад 2. У межах курсу передбачено індивідуальні завдання для самостійної роботи студентів. Під час викладання курсу за вибором «Математика як частина культури цивілізацій» використано сучасні інформаційні технології, що сприяли більш глибокому сприйняттю матеріалів культурно-історичного складника. Практичні заняття демонстрували не лише докладне теоретичне опрацювання проблем, а й практичне втілення.

Після виконання окреслених практичних завдань студентам було запропоновано завдання з використанням культурно-історичної компоненти. У процесі тестування передбачено визначення рівня оволодіння студентами необхідними знаннями культурно-історичної спрямованості [5].

Розв’язання. Отримані результати оцінювання на етапі завершення формуально-камерного педагогічного експерименту оброблено за допомогою непараметричного статистичного критерію. Вибір зумовлено проведенням спостережень в одній експериментальній групі. У разі ранжирування кількісних змін за інтенсивністю можна застосувати критерій Т Вілкоксона, що призначений для зіставлення результатів, виміряних за двох різних умов на одній і тій самій вибірці досліджуваних студентів [9]. Цей критерій дає змогу оцінити не тільки

спрямованість, а й вираженість змін; його застосовують тоді, коли ознаки вимірюють за шкалою порядку, а зміни між першим і другим вимірюваннями можуть бути впорядковані. Для цього вони повинні варіюватись у доволі великому діапазоні.

Нехай H_0 : інтенсивність змін у типовому напрямку не перевищує інтенсивності змін у нетиповому напрямку; H_1 : інтенсивність змін у типовому напрямку перевищує інтенсивність змін у нетиповому напрямку.

Критерій Вілкоксона має обмеження: мінімальна кількість респондентів становить понад 5 осіб, а максимальна – не повинна перевищувати 50 осіб. Нульовий зсув не беруть до уваги, чисельність спостережень зменшується на таку ж кількість. Кількість студентів в експериментальній групі – 15 осіб, тому немає перешкод для застосування критерію Т Вілкоксона в межах цієї вибірки.

Розрахунок критерію Т під час зіставлення результатів контрольних робіт студентів наведено в таблиці 2, відповідно до якої з 15 одержаних різниць – 12 додатні й лише 3 – від’ємні. Це означає, що в 12 студентів кількість правильних відповідей збільшилась, а в 3 – зменшилась. У таблиці наведено також абсолютні величини відхилень та їхні ранги. Меншому значенню відповідає менший ранг. При цьому сума рангів дорівнює:

$$\sum R_i = \frac{N \cdot (N + 1)}{2} = \frac{15(15 + 1)}{2} = 120.$$

Таблиця 2

Розрахунок критерію Т Вілкоксона під час зіставлення результатів вибірки студентів (114-ої групи спеціальності «Математика») у процесі формуально-камерного експерименту

Код досліджуваного	Кількість правильних відповідей тестування		Різниця значень	Абсолютне значення різниці	Ранг різниці
	до початку експерименту	після експерименту			
А	10	14	4	4	12
Б	13	15	2	2	4,5
В	12	17	5	5	14,5
Г	12	10	-2	2	4,5
Д	11	10	-1	1	1
Є	14	18	4	4	12
Ж	13	17	4	4	12
З	11	14	3	3	9
І	13	15	2	2	4,5
К	10	15	5	5	14,5
Л	13	15	2	2	4,5
М	16	19	3	3	9
Н	12	15	3	3	9
О	17	15	-2	2	4,5
Р	11	13	2	2	4,5
				Сума	120

Нетипові відхилення (в аналізованому прикладі – від'ємні) виділені світлим кольором. Сума рангів цих «рідкісних» зрушень і становить емпіричне значення критерію T .

$$T = \sum R_r,$$

де R_r – рангове значення відхилень з найбільш рідкісним знаком.

Знаходимо емпіричне значення критерію

$$T_{\text{емп}} = 4,5 + 1 + 4,5 = 10.$$

За таблицею критичних значень критерію T Вілкоксона для рівнів статистичної значущості $\rho = 0,05$ і $\rho = 0,01$ визначено критичне значення T для $n = 15$

$$T_{\text{кр}} = \begin{cases} 30 & (\rho \leq 0,05), \\ 19 & (\rho \leq 0,01). \end{cases}$$

Побудуємо вісь значущості (рис. 2).

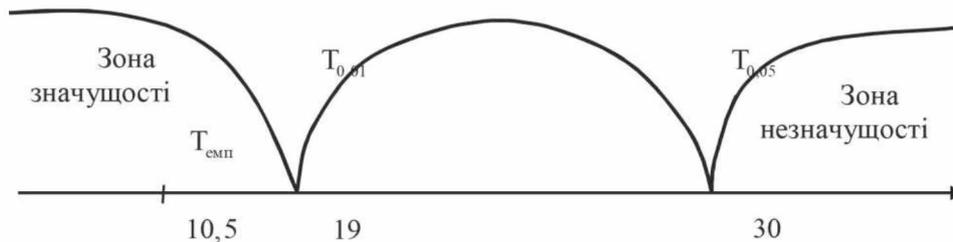


Рис. 2. Вісь значущості за критерієм Вілкоксона під час формуально-камерного етапу

Емпіричне значення T потрапляє в зону значущості, що розташована ліворуч. Оскільки $T_{\text{емп}} < T_{\text{кр}}$, то нульова гіпотеза може бути спростована. Порівняння результатів тестування студентів спеціальності «Математика» до початку експерименту й після проведення формуально-камерного експерименту дає підстави твердити, що відбулись суттєві зміни. Курс за вибором «Математика як частина культури цивілізацій» є одним із засобів

реалізації культурно-історичного складника шкільної математичної освіти.

Висновки. Викладений вище матеріал дає змогу обґрунтувати вибір статистичного критерію для його застосування до результатів педагогічного експерименту. Результати обробки даних за статистичним критерієм дають кількісну або якісну оцінку дослідженням, що, своєю чергою, підвищує ефективність навчального процесу, покращуючи його.

Список використаних джерел

1. Афанасьев В. В. Теория вероятностей: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Математика». Москва: ВЛАДОС, 2007. 350 с.
2. Гончаренко Я. В., Горбачук В. О. Математичні методи аналізу результатів педагогічного експерименту. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі*: зб. наук. праць. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. Вип. 10. С. 168–175.
3. Граничина О. А. Математико-статистические методы психолого-педагогических исследований. Санкт-Петербург: Изд-во ВВМ, 2012. 115 с.
4. Кашицын А. С., Еремин С. В. Методы статистической обработки результатов педагогического эксперимента. Шуи: Из-во ФГБОУ ВПО «ШПУ», 2012. 43 с.
5. Муртазиев Е. Г. Підготовка майбутніх учителів до реалізації культурно-історичної складової шкільної математичної освіти: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького. Мелітополь, 2016. 220 с.
6. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типичные случаи). Москва: МЗ-Пресс, 2004. 67 с.
7. Нужнова С. В. Применение статистических методов в психолого-педагогических исследованиях: учебное пособие. Троицк: Троицкий филиал ГОУ ВПО «ЧелГУ», 2005. 120 с.

References

1. Afanasiev, V. V. (2007). *Theory of probability: textbook for students of HEIs, trained in speciality "Mathematics"*. Moscow: VLADOS. [in Russian]
2. Honcharenko, Y. V., Horbachuk, V.O. (2012). Mathematical methods of the analysis of the results of the pedagogical experiment. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Series 3: Physics and mathematics in higher and secondary school*. Issue 10. 168–175. [in Ukrainian]
3. Granichina, O. A. (2012). *Mathematical and statistical methods of psychological and pedagogical research*. SPb.: BBM Publishing House. [in Russian]
4. Kashitsyn, A. S., Yeriemin, S. V. (2012). *Methods of statistical processing of the results of the pedagogical experiment*. Shui: FGBOU VPO "SGPO". [in Russian]
5. Murtaziev, E. G. (2016). *Training of future teachers to realization of the cultural-historical component of school mathematical education: thesis*. Melitopol. [in Ukrainian]
6. Novikov, D. A. (2004). *Statistical methods in pedagogical research (typical cases)*. Moscow: MZ-Press.
7. Nuzhnova, S. V. (2005). *Application of statistical methods in psychological and pedagogical research: textbook*. Troitsk: GOU VPO "ChelGu". [in Russian]
8. Rubtsov, M.O. (2016). *Probability theory, probabilistic processes and mathematical statistics: study guide*. Melitopol: MSPU. [in Ukrainian]
9. Sidorenko, O. V. (2003). *Methods of mathematical processing in psychology*. SPb.: LLC "Rech". [in Russian]

8. Рубцов М. О. Теорія ймовірностей, ймовірнісні процеси та математична статистика: навч. посібник. Мелітополь: МДПУ, 2016. 478 с.
9. Сидоренко О. В. Методы математической обработки в психологии. Санкт-Петербург: ООО «Речь», 2003. 350 с.
10. Стариченко Б. Е. Обработка и представление данных педагогических исследований с помощью компьютера. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2004. 218 с.
11. Шелехова Л. В. Математические методы в психологии и педагогике в схемах и таблицах: учебное пособие. Майкоп: Изд-во АГУ, 2010. 192 с.
10. Starichenko, B. E. (2004). *Processing and presentation of pedagogical research data using a computer*. Yekaterinburg: Ural. gos.ped.un-t. [in Russian]
11. Shelekhova, L. V. (2010). *Mathematical methods in psychology and pedagogy in schemes and tables: textbook*. Maikop: AGU Publishing House. [in Russian]

Рецензент: Троїцька Т.С. – д.філософ.н., професор

Відомості про авторів:

Рубцов Микола Олександрович

rubtsovnik3077@gmail.com

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна

Муртазієв Ернест Гафарович

ernest_gaf@ukr.net

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна

Рубцова Наталя Миколаївна

tanusha16.2009@i.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312, Україна

doi:

*Матеріал надійшов до редакції 13. 08. 2018 р.
Прийнято до друку 27. 08. 2018 р.*

Information about the authors:

Rubtsov Mykola Oleksiiovych

rubtsovnik3077@gmail.com

Bohdan Khmelnytsky Melitopol
State Pedagogical University
20 Hetmans'ka St., Melitopol,
Zaporizhia region, 72312, Ukraine

Murtaziev Ernest Gafarovych

ernest_gaf@ukr.net

Bohdan Khmelnytsky Melitopol
State Pedagogical University
20 Hetmans'ka St., Melitopol,
Zaporizhia region, 72312, Ukraine

Rubtsova Natalia Mykolaivna

tanusha16.2009@i.ua

Tavria State Agrotechnological University
18 Bohdana Khmelnytskoho Av., Melitopol,
Zaporizhia region, 72312, Ukraine

doi:

*Received at the editorial office 13. 08. 2018.
Accepted for publishing 27. 08. 2018.*