

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Ляшенко Б.М., Чорней Н.Б., Чорней Р.К.

Починаючи з другої половини ХХ ст., природничі науки, а насамперед математику, почали досить ефективно використовувати у традиційно «нематематичних» галузях — психологічних та педагогічних дослідженнях. Як впливає з наукових літературних джерел цього напрямку, у переважній більшості експериментальних досліджень застосовують математичну статистику [1, 2]. Інтенсивне застосування методів математичної статистики пов'язано насамперед з природою поведінки людини. Поведінку людини неможливо описати достеменно точно, вона не детермінована. Тому, намагаючись описати найважливіші властивості, притаманні певній групі людей, необхідно знайти та виокремити такі їхні характеристики, які найчастіше виявляються у групі.

Звернемо увагу читача на основні методи математичної статистики, які застосовуються в психології та педагогіці. Водночас акцентуватимемо увагу на практичних аспектах застосування цих методів, нехтуючи часом теоретичним обґрунтуванням.

### Перевірка статистичних гіпотез

Нагадаємо, що статистичні критерії перевірки гіпотез поділяють на два великих класи — параметричні та непараметричні. Перші стосуються перевірки тверджень про числові характеристики розподілу генеральної сукупності (нагадаємо, що генеральна сукупність — це множина всіх об'єктів, характеристики чи властивості яких досліджуються, наприклад, старшокласники гімназій міста Києва; як числові характеристики у цьому разі можуть бути середнє значення коефіцієнта інтелекту, частка відмінників тощо). Як правило, вони застосовні лише для числових ознак (технічно їх можна застосовувати, наприклад, у випадку порядкових шкал, рівні яких позначені числами). Зауважимо також, що параметричні тести часто є простим переформулюванням методів інтервального оцінювання (інтервальне оцінювання полягає в знаходженні таких інтервалів значень досліджуваної ознаки, що ймовірність потраплення до них близька до 100 %, найчастіше в психолого-педагогічному експерименті ця ймовірність становить 95 % або 99 %).

Непараметричні критерії дають змогу перевірити загальніші твердження про генеральні сукупності. Як правило, їх застосовують у випадку порядкових (показники яких можна впорядкувати, наприклад, «найгірший — поганий — середній — хороший — найкращий») та номінальних (показники яких лише дають назву класу, наприклад, номери у списку, назви фруктів, прізвища тощо) шкал. Це зумовлює переважне використання непараметричних критеріїв у

формуванні статистичних висновків у педагогічно-психологічних експериментах.

Досить часто перед дослідником постає завдання виявити відмінності між двома, трьома і більшою кількістю вибірок (вибірка — це частина генеральної сукупності, як правило, значно меншого обсягу; основна вимога до вибіркової сукупності — її репрезентативність, тобто вибірка повинна «правильно» представляти досліджувану ознаку чи властивість генеральної сукупності). Наприклад, визначити психологічні особливості хронічно хворих дітей порівняно зі здоровими, «фізиків» і «ліриків» (наприклад, майбутніх учителів природничого та гуманітарного спрямування), відмінності між працівниками державних підприємств і приватних фірм, між людьми різних національностей або різних культур.

Останнім часом необхідно (хоча б з метою профорієнтації) виявляти психологічний портрет спеціаліста нових професій: «успішного менеджера», «успішного політика», «успішного торговельного представника», «успішного комерційного директора» тощо. У таких дослідженнях не завжди беруть участь дві й більше вибірок. Іноді досліджується одна, але доволі репрезентативна вибірка щонайменше з 60 осіб, а потім усередині цієї вибірки виокремлюються групи більш-менш успішних фахівців і порівнюються їхні досліджувані ознаки.

Зрозуміло, що першим етапом статистичної обробки даних у таких випадках є вибір статистичного критерію, що дозволив би в майбутньому якомога адекватніше відповісти на запитання дослідника. Алгоритм щодо прийняття рішення про вибір статистичного критерію у випадку порівняння ознак можна знайти, наприклад, в [3, с. 236] (рис. 1).

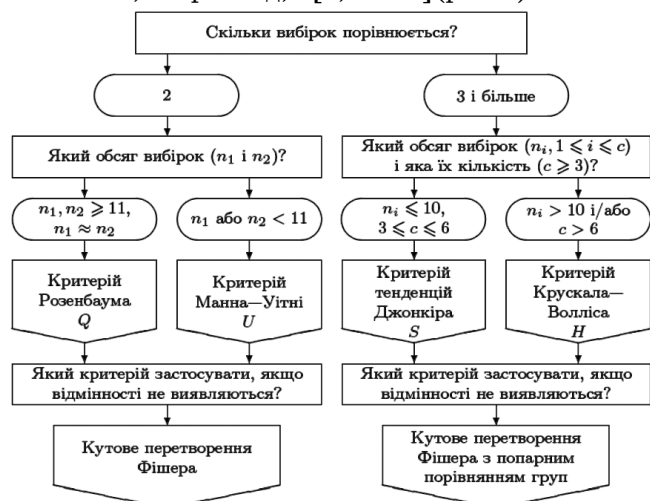


Рис. 1. Алгоритм прийняття рішення про вибір критерію для порівняння ознак

У психолого-педагогічних дослідженнях важливо довести, що внаслідок дії якихось із факторів відбулися достовірні зміни («зсуви») у вимірюваних показниках. Насамперед це стосується фактора часу. Порівняння показників, отриманих на одній і тій же вибірці одними і тими ж методиками, але в різний час, дає часовий зсув.

Багаторазові дослідження однієї і тієї самої вибірки протягом тривалого відтинку часу (який іноді становить десятки років) називають лонгітудинальними. За допомогою цього методу визначають генетичні зв'язки між фазами психічного розвитку і дають науково обґрунтований прогноз подальшого психічного розвитку.

Порівняння показників, отриманих за одними методиками, але в різних умовах вимірювання (наприклад, «спокою» і «стресу»), дає ситуаційний зсув. Умови вимірювання можуть змінюватися не лише реально, а й уявно. Наприклад, можна попросити досліджуваного уявити, що він опинився в інших умовах вимірювання: у майбутньому, на позиції інших людей, які оцінюють його ніби з боку, у стані розгніваного батька тощо. Порівнявши показники, виміряні у звичайних та уявних умовах, отримаємо уявний зсув. Можна створити спеціальні експериментальні умови, які, можливо, впливають на певні показники, і порівняти заміри, виконані до і після експериментального впливу. У таких випадках кажуть про зсув внаслідок контрольованих або неконтрольованих впливів.

Алгоритм щодо прийняття рішення про вибір статистичного критерію у випадку розпізнавання зсувів можна знайти, наприклад, в [3, с. 263] (рис. 2).

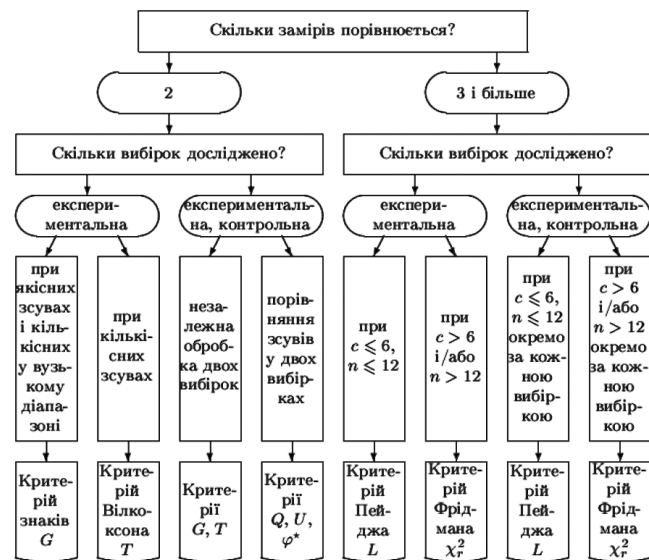


Рис. 2. Алгоритм прийняття рішення про вибір критерію для розпізнавання зсувів

За даними аналізу реально отриманих у дослідженнях розподілів можна підтвердити чи відхилити теоретичні припущення. Наприклад, під час розв'язання простої чи складної задачі розподіл часу може бути суттєво різним. Якщо довести, що роз-

поділи статистично достовірно різні, це може стати основою для побудови класифікацій задач і типологій досліджуваних. Наприклад, можна виявити досліджуваних зі стандартним співвідношенням ознак (просту задачу вони розв'язують швидко, важку – повільно) і нестандартним співвідношенням (просту задачу вони розв'язують повільно, важку – швидко) тощо. Крім того, можна порівняти виявлені групи досліджуваних за показниками мотивації досягнення, оскільки відомо, що особи з переважанням прагнення до успіху віддають перевагу задачам середньої важкості, де ймовірність успіху становить приблизно 0,5, а особи з переважанням прагнення уникати невдачі віддають перевагу або дуже легким, або дуже важким задачам.

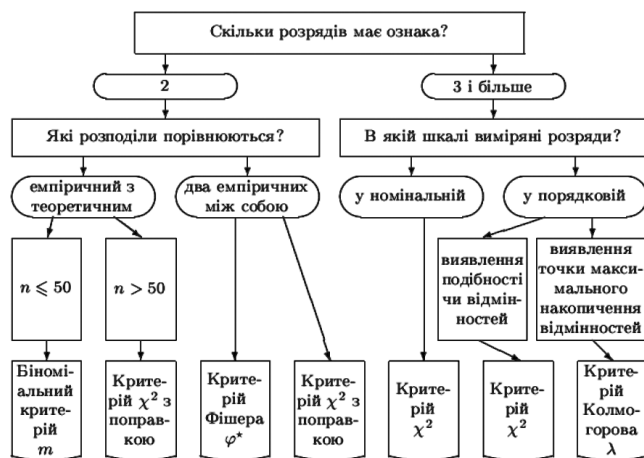


Рис. 3. Алгоритм прийняття рішення про вибір статистичного критерію для порівняння розподілів

Доцільно також порівняти отриманий емпіричний розподіл з теоретичним. Наприклад, для того щоб довести, що він підпорядковується чи, навпаки, не підпорядковується нормальному закону розподілу.

У практичних цілях емпіричні розподіли повинні перевірятися на «нормальність» тоді, коли необхідно використати параметричні методи і критерії.

Алгоритм щодо прийняття рішення про вибір статистичного критерію у випадку порівняння розподілів можна знайти, наприклад, в [3, с. 283] (рис. 3).

Формування статистичних висновків для вказаних вище задач можна здійснити за допомогою розробленого за участю авторів пакета прикладних програм ММР (математичні методи в психології і педагогіці). ММР призначений для полегшення і пришвидшення роботи з емпіричними даними. Пакет зручний і простий у використанні. Він розроблений максимально доступно для пересічних користувачів, які не володіють глибокими знаннями ні в математиці, ні в програмуванні. За допомогою ММР, не знаючи алгоритмів, ані формул відповідних критеріїв, можна здійснити потрібне опрацювання даних психолого-педагогічного експерименту. Даний програмний продукт дозволяє відмовитися від спрощених методів на користь більш потужних методів аналізу, не приділяти зайвої уваги складності обчислень.

Для створення програмного забезпечення була обрана мова об'єктно-орієнтованого програмування Delphi 7.0. У програмному модулі реалізовані Q-критерій Розенбаума, U-критерій Манна-Уїтні, S-критерій тенденцій Джонкіра, H-критерій Крускала-Волліса, T-критерій Вілкоксона, G-критерій знаків,  $\chi^2$ -критерій Пірсона, m-біноміальний критерій,  $\lambda$ -критерій Колмогорова-Смірнова,  $\varphi$ -критерій (кутове перетворення Фішера),  $r_s$  — коефіцієнт рангової кореляції Спірмена [1–3].

Перед використанням пакета потрібно переписати папку MMR (разом із файлами навчальних прикладів, файлами допомоги та описами алгоритмів кожного критерію аналізу даних) на жорсткий диск комп'ютера.

На рис. 4 ми можемо побачити головне вікно програми MMR, яке з'являється після запуску програми. Головне меню програми MMR має 3 пункти: **Задача**, **Допомога** та **Вихід**.

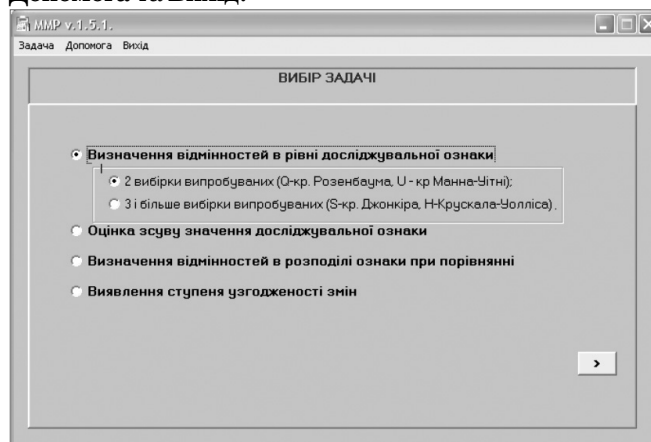


Рис. 4. Вибір задачі

Спочатку в пункті **Задача** або в головному вікні програми потрібно вибрати тип задачі, яку потрібно розв'язати. Потім за допомогою кнопки зі стрілочкою перейти до наступного вікна, у якому можна буде ввести експериментальні дані вручну або відкрити їх із заздалегідь підготовленого файлу. Файл повинен містити вибірку з відповідною до вимог критерію кількістю емпіричних даних.

Наступні кроки, зрозуміло, залежать від першого, тому продемонструємо на прикладі розв'язання однієї із задач статистичного оцінювання.

Нехай досліджується ефективність нової методики чи технології викладання певного предмету. Для цього було сформовано дві групи (вибірки) учнів одного рівня підготовки — контрольну (12 учнів) й експериментальну (13 учнів). Після застосування нової методики чи технології до учнів експериментальної групи було проведено вимірювання рівня знань у двох групах (у контрольній групі викладення матеріалу відбувалося за звичною, «старою», методикою) за 12-бальною шкалою (табл. 1).

Оскільки нас цікавить ефективність використання нової методики, то маємо задачу визначення відмінностей в рівні знань (досліджуваної ознаки) учнів двох

| Номер учня у списку | Рівень знань        |                           |
|---------------------|---------------------|---------------------------|
|                     | у контрольній групі | в експериментальній групі |
| 1                   | 8                   | 10                        |
| 2                   | 7                   | 7                         |
| 3                   | 9                   | 9                         |
| 4                   | 10                  | 11                        |
| 5                   | 6                   | 9                         |
| 6                   | 8                   | 8                         |
| 7                   | 8                   | 8                         |
| 8                   | 9                   | 12                        |
| 9                   | 11                  | 10                        |
| 10                  | 7                   | 9                         |
| 11                  | 7                   | 9                         |
| 12                  | 8                   | 10                        |
| 13                  | –                   | 9                         |

груп. Отже, відмічаємо рядок «дві вибірки...», як це показано на рис. 4, і переходимо до наступного вікна (рис. 5) натисканням кнопки зі стрілочкою.

Перш за все потрібно визначитися з тим, яку вибірку вважатимемо першою. Для цього слід уважно подивитися на останні рядки вікна (див. рис. 5), у яких зазначено основну та альтернативну гіпотези (основна – це гіпотеза, яка перевіряється, альтернативна — гіпотеза, яку приймають у разі відхилення основної гіпотези). Безпосередньо з таблиці даних бачимо, що рівень знань дещо вищий в експериментальній групі, тому вважатимемо її першою вибіркою. Після внесення даних отримаємо вікно, зображене на рис. 6.

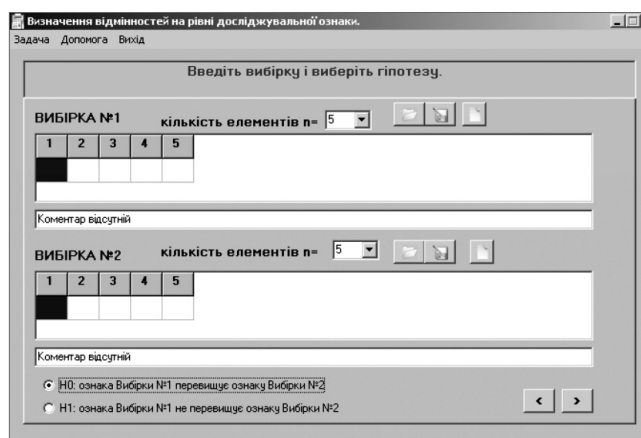


Рис. 5. Визначення відмінностей на рівні досліджуваної ознаки

Натискаємо кнопку зі стрілочкою й отримуємо вікно, у якому пропонується провести обчислення. Однак, як легко бачити з останнього рядка цього вікна, до даної задачі пропонується застосувати два критерії: Манна-Уїтні та Розенбаума. Для остаточного вибору повертаємося до алгоритму щодо прийняття рішення про вибір статистичного критерію у випадку порівняння ознак (див. рис. 1). Бачимо, що в нашому випадку за-

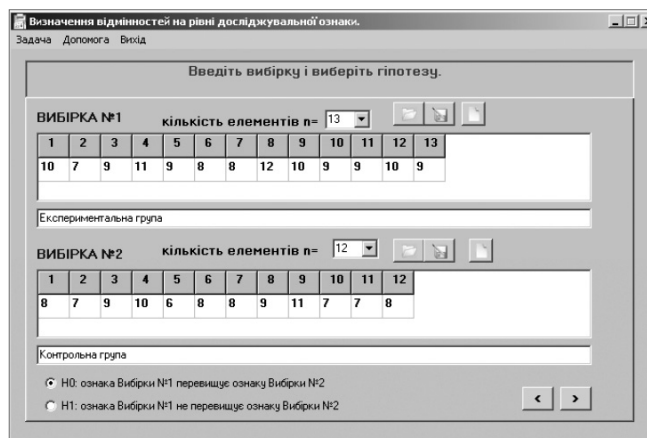


Рис. 6. Внесення вибірок та вибір гіпотези стосовний критерій Розенбаума. Відмічаємо відповідним чином напроти запису «Q-критерій Розенбаума» і натискаємо кнопку «Обрахунок». Отримаємо вікно зі статистичним висновком (рис. 7).

Як бачимо, верхній рядок нового вікна дає нам позитивну відповідь на запитання про ефективність нової методики: «Гіпотезу H0 підтверджено. Ознака Вибірки №1 перевищує ознаку Вибірки №2» (нижче наводяться значення обраного нами критерію та критичні значення на рівні значущості 0,05 і 0,01).



Рис. 7. Статистичний висновок аналізу вибірок за критерієм Розенбаума

Треба зазначити, що для даної задачі формально (мається на увазі, виходячи з умов застосування критерію) можна було б застосувати й критерій Манна-Уїтні (хоча алгоритм вибору критерію наполягає на критерії Розенбаума). Однак застосування критерію Манна-Уїтні не може виявити відмінності в досліджуваних групах (рис. 8).

Звідси стає зрозумілим, чому в цьому разі алгоритм вибору критерію надає перевагу критерію Розенбаума. Однак це не завжди так. Можна побудувати штучно задачу, у якій відмінності виявляє критерій Манна-Уїтні, а не критерій Розенбаума, хоча алгоритм ви-

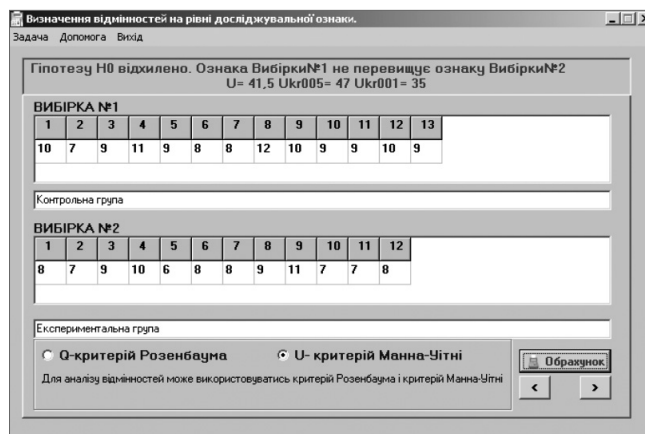


Рис. 8. Статистичний висновок аналізу вибірок за критерієм Манна-Уїтні

бору критерію вказує на переважне використання критерію Розенбаума (див., наприклад, порівняння рівня ознаки у двох сукупностях за різними критеріями в [3, с. 245–252]). Це говорить про те, що іноді варто застосувати всі доступні критерії для формування статистичного висновку. Насамперед, це стосується ситуацій, коли «основний» (той, який пропонує алгоритм) метод не здатен підтвердити основну статистичну гіпотезу.

За допомогою ММР ви зможете: визначати відмінності в рівні досліджуваної ознаки між двома, трьома та більшою кількістю вибірок; оцінювати зсув значення досліджуваної ознаки; визначати відмінності в рівні досліджуваної ознаки при порівнянні емпіричного розподілу з теоретичним або двох емпіричних розподілів; виявляти ступінь узгодженості змін двох ознак та двох ієрархій або профілів.

Пакет ММР є найновішим, україномовним і зручним програмним продуктом. Він є надійним, теоретично і математично обґрунтованим інструментарієм аналізу експериментальних даних психолого-педагогічних досліджень та прийняття обґрунтованих висновків.

Автори висловлюють вдячність випускникам магістратури спеціальності «Інформатика» Житомирського державного університету імені Івана Франка Н.О. Загацькій та І.А. Іваницькій за участь у технічній реалізації цього проекту.

### Література

1. Жалдак М.І., Кузьміна Н.М., Михалін Г.О. Теорія ймовірностей і математична статистика: Підручник для студентів фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів. — Вид. 2. — Полтава: «Довкілля-К», 2009. — 500 с.
2. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки данных в психологии. — СПб: ООО «Речь», 2000. — 350 с.
3. Телейко А.Б., Чорней Р.К. Математико-статистичні методи в соціології та психології. Навчальний посібник. — К.: МАУП, 2007. — 424 с.

