

## **Тема 4. Класифікація задач статистичного висновку і методів їх вирішення. Поняття про математичні методи (статистичні критерії).**

**(2 год.)**

### **План заняття:**

1. Поняття про статистичні гіпотези. Формулювання нульової і альтернативної гіпотез. Вибір відповідного рівня статистичної значимості або ймовірності (вірогідності) відхилення нульової гіпотези.

2. Статистичні критерії. Види статистичних критеріїв. Параметричні і непараметричні критерії. Порівняльна характеристика параметричних і непараметричних статистичних критеріїв.

3. Класифікація задач і методів їх розв'язання з використанням параметричних і непараметричних статистичних критеріїв.

4. Алгоритм прийняття рішення про задачу і метод її вирішення на стадії, коли дані вже отримані або на стадії планування дослідження.

**Провідні поняття теми:** статистичні гіпотези, нульова гіпотеза, альтернативна гіпотеза, статистичне рішення, рівень статистичної значимості, статистичні критерії, емпіричне значення, критичні значення, непараметричні статистичні критерії, параметричні статистичні критерії.

### **Рекомендована література:**

1. Атраментова Л.О. Біометрія. Ч. II. Порівняння груп і аналіз зв'язку: Підручник / Атраментова Л.О., Утєвська О.М. – Х.: „Ранок”, 2007. – 176 с.
2. Бююль А. SPSS: искусство обработки информации: анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: пер. с нем. / А. Бююль, П. Цёфель. – СПб. : ООО „ДиаСофтЮГ”, 2002. – 608 с.
3. Глас Дж., Стенли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. – М.: «Прогресс», 1976. – 495 с.
4. Головина Г.М., Крилов В.Ю., Савченко Т.Н. Математические методы в

- современной психологии: статус, разработка, применение. – М.: ИП РАН, 1995.
5. Ермолаев О. Ю. Математическая статистика для психологов. – М., 2002.
  6. Климчук В.О. Математичні методи у психології. Навчальний посібник для студентів психологічних спеціальностей. – К.: Освіта України, 2009. – 288 с.
  7. Лакин Г.Ф. Биометрия.-М.: Высшая школа, 1990.
  8. Леман Э.А. Проверка статистических гипотез / Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Наука, 1979.
  9. Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. – СПб.: Речь, 2006. – 392 с.
  10. Немов Р.С. Психология: Книга 3. – М., 2000.
  11. Руденко В.М., Руденко Н.М. Математичні методи в психології: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Рівне: видавець Олег Зень, 2008. – 496 с.
  12. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Речь, 2000. – 350 с.
  13. Суходольский Г.В. Математические методы в психологии. – 3-е изд., испр. – Харьков: Изд-во Гуманитарный Центр, 2008. – 284 с.
  14. <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>

### **Зміст лекційного заняття:**

Рівень статистичних гіпотез – це необхідний компонент перевірки психологічних гіпотез, якщо дослідник претендує на визнання отриманих результатів як таких, що є достовірними і значущими і якщо він готовий кількісно оцінити вірогідність помилок при прийнятті рішення щодо експериментальних фактів.

Конкретніше сутність цього рішення полягає у визначенні, чи мали місце розбіжності між показниками залежної змінної в різних експериментальних умовах і які з них можна описати на рівні статистично значущих закономірностей. В статистичних гіпотезах вже немає твердження про

каузальний характер впливу незалежної змінної на залежну. Статистичні гіпотези – це гіпотези відносно кількісних значень показників, які фіксуються. Вони засновані на уявленнях про розподіл вірогідностей в деякому вибірковому просторі подій. Статистична перевірка гіпотези полягає у з'ясуванні того, наскільки ця гіпотеза відповідає наявним результатам випадкового вибору. Рівень значущості розбіжностей ( $p$ ) – це вірогідність відхилення статистичної гіпотези  $H_0$ , якщо вона не підтверджується. Вибір рівня значущості є певною мірою довільний, але існує низка правил для того, щоб орієнтуватися у виборі рівня значущості. Рівень значущості пов'язаний з оцінкою кількості проведених спостережень, а також з величиною вибірки. Зазвичай вказується мінімальний його рівень, при якому можна спростувати гіпотезу. З таким рівнем пов'язане встановлення мінімального експериментального ефекту, який буде визнаний експериментатором достатнім для формулювання судження: в експериментальних і контрольних умовах спостерігалась певна розбіжність між вибірковими значеннями змінних. Прийнято розрізняти формулювання нуль-гіпотези ( $H_0$ ) як гіпотези щодо відсутності розбіжностей між середніми показниками залежної змінної в різних умовах і так званої альтернативної гіпотези ( $H_1$ ) про наявність значущих розбіжностей.

Спростування нуль-гіпотези є однією з підстав для оцінки емпіричних даних як таких, що свідчать на користь прийняття висунутої в експериментальній гіпотезі вірогідності розбіжностей. Сама експериментальна гіпотеза не може вважатися доведеною і залишається відкритою для подальшої перевірки в інших дослідженнях, із застосуванням інших методичних засобів, або на основі переформулювань гіпотетичних конструктів, які в неї входять. Проте вона може бути спростована на підставі того, що не спростованою виявилася на обраному рівні значущості розбіжностей нуль-гіпотеза. Можливе також отримання результатів, коли рівень значущості розбіжностей виявляється недостатнім для судження відносно того, чи можна спростувати

нуль-гіпотезу. Цей випадок розглядається як необхідність пошуку третього пояснення.

Р. Готтсданкер наводить приклад того, як пов'язані області спростування і неспростування статистичної гіпотези з областями прийняття експериментальної або конкуруючої гіпотези чи неприйняття жодної з них. Статистичні рішення засновані на вірогіднісних судженнях. З цим пов'язаний один із парадоксів розвитку експериментального методу: детерміністські сформульовані твердження каузальної залежності оцінюються вірогіднісно. Це, як зазначає Т. Корнілова, є одним із так званих парадоксів К. Поппера. Вірогіднісно оцінюється не саме співвідношення між змінними і не істинність психологічного пояснення, а вірогідність того, що очікувана залежність емпірично встановлена.

Отже, вирішальним кроком на шляху формулювання гіпотез, який дослідник повинен зробити до того, як почне процедуру необхідних спостережень та їх інтерпретації, є формулювання так званої нульової гіпотези, яка називається нульовою тому, що може бути зведена до нуля, тобто прийнята такою, що визнана недосяжною.

Формулювання нульової гіпотези необхідно для того, щоб визначити, чи можуть розбіжності бути віднесені у характеристиках стану суб'єктів в різних експериментальних умовах, які створив дослідник, за рахунок тих факторів, якими він довільно маніпулював, чи ці розбіжності могли виникнути випадково.

Уявимо, дослідник виявив у прикладі експериментального дослідження, в якому вивчався зв'язок фрустрації з агресією, що дійсно існували розбіжності у кількості електрошоків у випадку, коли досліджувані переживали фрустрацію, і в контрольних умовах, коли рівень фрустрації не стимулював агресивну поведінку. Але перш ніж стверджувати, що експериментальна гіпотеза цього дослідження підтверджена, необхідно довести, що встановлені розбіжності в агресивній поведінці досліджуваних експериментальної і контрольної і груп не виникли під впливом якихось випадкових факторів. Такі

фактори могли б включати, скажімо, відбір в експериментальну групу більш агресивних, активних, неспокійних досліджуваних, ніж досліджувані, які потрапили в контрольну групу.

Спроби встановити можливість впливу випадкових факторів є дуже важливими, бо навіть значні розбіжності можуть виникати завдяки певним випадковостям. Для того, щоб з упевненістю стверджувати наявність розбіжності у характеристиках діяльності суб'єктів в експериментальних та контрольних умовах, необхідно статистично оцінити ці розбіжності. Ми отримуємо підстави для того, щоб прийняти експериментальну гіпотезу щодо розбіжностей у показниках функціонування суб'єктів в контрольних та експериментальних умовах тільки в тому випадку, якщо переконливо продемонструємо, що немає підстав вважати, що середні показники залежної змінної в експериментальній групі дорівнюють середнім показникам залежної змінної в контрольній.

Отже, перевірка експериментальної гіпотези є непрямом і її прийняття чи відхилення залежить від результатів перевірки нульової гіпотези, а саме гіпотези відносно того, що середні показники функціонування досліджуваних в експериментальних та контрольних умовах є рівними. Це може виглядати парадоксально, бо суперечить характеру взаємозв'язку між явищами, які вчений прагне продемонструвати. Незважаючи на це, щоб показати, що розбіжності між середніми показниками в експериментальних та контрольних умовах є дійсно значущими, потрібно спочатку довести, що вони не виникли випадково. Останнє досягається шляхом перевірки нульової гіпотези, яка стверджує, що фактор, який цікавить дослідника в експерименті, не справляє того ефекту, на який він сподівався, тобто не приводить до виникнення розбіжностей у проявах, скажімо, агресивної поведінки при різних рівнях фрустрації.

Якщо нульова гіпотеза не підтвердилась, проводиться оцінка рівня значущості розбіжностей між середніми показниками експериментальної і контрольної груп з використанням правил математичної статистики, оскільки в

процесі формулювання гіпотези ми посилалися на такі дані, як середні показники, середні помилки, розподіл розбіжностей в показниках у вибірці.

Експериментальна гіпотеза відрізняється від нульової тим, що на її підставі неможливо точно визначити, чому буде дорівнювати середня величина стандартного розподілення розбіжностей між показниками залежної змінної у вибірці. Експериментальна гіпотеза тільки стверджує наявність відхилення від нуля в якомусь певному напрямку. Отже, не існує способу безпосередньо відхилити чи підтвердити експериментальну гіпотезу без перевірки нульової гіпотези. Проте якщо нульова гіпотеза відхиляється, то це свідчить на користь експериментальної гіпотези, тобто експериментальна гіпотеза перевіряється опосередковано в тому сенсі, що вона оцінюється після прямого твердження, що тест перевірки нульової гіпотези дав можливість її відхилити. Але в науковій літературі існує традиція посилатися на перевірку саме результатів експериментальної гіпотези як в письмових підсумках про результати експерименту, так і при аналізі даних, отриманих іншими дослідниками. Це дозволяє спрощувати сам процес обміну науковою інформацією, хоча необхідно пам'ятати, що тільки нульова гіпотеза є найбільш важливою частиною логіки, яка покладена в основу експерименту. Якщо експеримент не побудований у такий спосіб, що нульова гіпотеза може бути безпосередньо оцінена, він не має цінності як наукове дослідження, оскільки експериментальна і теоретична гіпотези фактично залишаються без перевірки.

Абсолютна величина розбіжностей між середніми, які спостерігаються, не має великого значення для прийняття чи відхилення нульової гіпотези. А що дійсно має значення, то це величина розбіжностей між середніми в експериментальних та контрольних умовах відносно величини стандартної помилки у відповідному розподілі розбіжностей в середніх значеннях показників в експериментальній та контрольній групах. Якщо стандартна помилка є великою, тоді навіть наявність значних розбіжностей між середніми, які спостерігаються у вибірках, ще не може з надійністю відхилити вірогідність нульової гіпотези. Якщо стандартна помилка є малою по

відношенню до розбіжностей між середніми, то нульова гіпотеза буде, скоріше за все, з великою вірогідністю відхилена. Невеликі значення стандартної помилки залежать частково від зусиль експериментатора, спрямованих на те, щоб звести до мінімуму розбіжності у поведінці суб'єктів, які обрані в експериментальну та контрольну групи.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що нульова гіпотеза дозволяє встановити точні пороги, виходячи за рамки яких вона може бути відхилена. Відхилення її дає можливість опосередковано прийняти експериментальну гіпотезу.

Величина відмінності між умовами, необхідна для відхилення нуль-гіпотези, визначається двома факторами. Перший – це надійність експериментальних даних. Чим вища надійність (зокрема, більше число дослідів і кількість досліджуваних), тим менша відмінність, за якої допускається відхилення нуль-гіпотези. Другий фактор – ймовірність того, що експериментатор припуститься помилки: відхилить нуль-гіпотезу, коли вона є правильна. Його називають «альфа-рівнем» статистичного рішення. Помилку, яка буде збільшуватися із зростанням цього рівня, називають помилкою 1-го роду.

Однак при зменшенні альфа-рівня збільшується ризик протилежної помилки (помилки 2-го роду) – не відхилити помилкову нуль-гіпотезу, коли правильною є інша гіпотеза. Ймовірність помилки 2-го роду (яку називають «бета-рівнем» статистичного рішення) зростає із зменшенням альфа-рівня.

Тому експериментатор обирає рівень значущості, виходячи з ряду міркувань. Зокрема, використання «строгого» альфа-рівня (0,01 і вище) рекомендовано в тих випадках, коли відмінність між експериментальними умовами має підтвердити нову гіпотезу, яка суперечить загальноприйнятій думці. Якщо ж встановлюються закономірності в рамках діючих теоретичних знань, достатньо буде рівня значущості 0,05, який припускає ймовірність 5 помилок на 100 випадків даних.

Більш повно зрозуміти проблему відхилення нуль-гіпотези і, відповідно, помилок 1-го і 2-го роду можна, звернувшись до відомої метафори «суду присяжних». Суддя або присяжні, визначаючи провину чи невинність підсудного, повинні для себе вирішити на основі доказів (що, як і в експерименті, є опосередкованими – адже ніхто із суддів чи присяжних не бачив моменту скоєння злочину), що є більш значущим: визнати його провину чи визнати його невинним. Для гуманних присяжних краще виправдати десять злочинців, ніж постраждає один невинний, для інших – хай постраждають десять невинних, ніж хоч один злочинець уникне покарання.

Отже, при перевірці експериментальних гіпотез можливі різні варіанти статистичних рішень.

#### **Варіанти статистичного рішення при перевірці експериментальної гіпотези (за В. Дружиніним)**

|                  |                   |                              |
|------------------|-------------------|------------------------------|
| Рішення          | $H_0$ є правильна | Основна гіпотеза є правильна |
| Відхилення $H_0$ | Помилка 1-го роду | Правильне рішення            |
| Прийняття $H_0$  | Правильне рішення | Помилка 2-го роду            |

Як бачимо, дослідник може прийняти або відхилити статистичну нуль-гіпотезу, яка може бути насправді об'єктивно правильна або хибна. При цьому, як уже зазначалося, можливі помилки 1-го і 2-го роду. Помилки 1-го роду дослідник робить, якщо відхиляє істинну нуль-гіпотезу. Помилка 2-го роду полягає у прийнятті хибної нуль-гіпотези (і, відповідно, відхиленні правильної експериментальної гіпотези). При цьому чим вища статистична достовірність висновку (прийнятий рівень значущості), тим менша ймовірність здійснення помилок 1-го роду. Так, наприклад, ризик помилки 1-го роду в 5 разів вищий на рівні значущості 0,05, ніж на рівні 0,01.

Слід зауважити, що статистичні залежності вимагають змістовної інтерпретації, оскільки самі по собі вони не характеризують ту частину емпірії, на оцінку якої спрямовані.



Взагалі прийняття або відхилення статистичної гіпотези не є єдиною умовою прийняття або неприйняття експериментальної гіпотези.

Експериментатор може провести нове дослідження на розширеній вибірці, модифікувавши процедуру дослідження, і одержати результати, які в цілому підтверджують експериментальну гіпотезу. У всякому разі слід пам'ятати, що в психологічних дослідженнях нуль-гіпотезу не слід приймати, якщо ймовірність отримати відмінності, за яких нуль-гіпотеза є вірною, менша 0,05.

У цілому ж висновки, які можна зробити на основі експериментальних даних, є асиметричними: гіпотеза може відхилитися, але ніколи не може бути остаточно прийнята, будь-яка гіпотеза завжди відкрита для перевірки. При цьому відхилення експериментальної гіпотези не означає відхилення теорії, з якої вона випливає. На жаль, процедура експерименту ніколи не може ствердити абсолютно достовірне психологічне знання. Як зауважує В. Дружинін, експеримент швидше є найліпшим засобом критики та відбору ідей, ніж засобом народження нового знання.

У психології математичні методи мають широке застосування. Це зумовлене декількома моментами:

- 1) математичні методи дають змогу зробити процес дослідження явищ більш чітким, структуралізованим та раціональним;
- 2) математичні методи необхідні для обробки великої кількості емпіричних даних (їхніх кількісних виразників), для їх узагальнення та організації в «емпіричну картину» дослідження.

Залежно від функціонального призначення цих методів та потреб психологічної науки виділяють дві групи математичних методів, використання яких у психологічних дослідженнях є найчастішим: перша – методи математичного моделювання; друга – методи математичної статистики (або статистичні методи).

Функціональне призначення методів математичного моделювання передбачає їх застосування:

а) як засіб організації теоретичного дослідження психологічних явищ через побудову моделей-аналогів досліджуваних явищ та виявлення таким чином закономірностей функціонування та розвитку змодельованої системи;

б) як засіб побудови алгоритмів діяння людини в різноманітних ситуаціях її пізнавальної та перетворюючої діяльності і побудова на їх основі пояснюючих, розвиваючих, навчальних, ігрових та інших комп'ютерних моделей.

Статистичні методи в психології – це методи прикладної математичної статистики, які застосовуються в психології здебільшого для обробки експериментальних даних. Основна мета застосування статистичних методів – підвищення обґрунтованості висновків у психологічних дослідженнях за рахунок використання ймовірнісної логіки та ймовірнісних моделей.

Можна виділити такі напрями використання статистичних методів у психології:

а) описова статистика, яка включає групування, табулювання, графічний вираз та кількісну оцінку даних;

б) теорія статистичного висновку, яка використовується в психологічних дослідженнях для передбачення результатів за даними обстежування вибірок;

в) теорія планування експериментів, яка слугує для виявлення та перевірки причинних зв'язків між змінними. Особливо поширеними статистичними методами є: кореляційний аналіз, регресійний аналіз та факторний аналіз.

Прийнято всі математико-статистичні методи диференціювати на параметричні та непараметричні.

Розглянемо класифікацію задач і методів їх розв'язання з використанням параметричних і непараметричних статистичних критеріїв (див. Табл. 1, 2).

**Класифікація задач і методів їх розв'язання з використанням параметричних статистичних критеріїв**

| <b>Задача</b>  | <b>Умови</b>                                    | <b>Методи (критерії)</b>   |
|--|---|--|
| 1. Оцінка відповідності емпіричного розподілу нормальному закону | зіставлення емпіричного розподілу з теоретичним | $t_A$ і $t_E$ – критерії асиметрії і ексцесу<br>$\chi^2$ -критерій Пірсона |
| 2. Пряма оцінка рівня середньої величини                         | а) дисперсія відома;                            | $z$ -критерій  |
|  | б) дисперсія невідома.                          | $t$ -критерій Стьюдента  |
| 3. Пряма оцінка рівня дисперсії                                  |   | $\chi^2$ -критерій Пірсона   |
| 4. Оцінка відмінностей у рівні середніх значень ознаки           | а) 2 незв'язані вибірки однакової чисельності;  | $t$ -критерій Стьюдента  |
|  | б) 2 незв'язані вибірки різної чисельності;     |  |
|  | в) 2 зв'язані вибірки;                          |  |
|  | г) 3 і більше вибірок.                          | Однофакторний дисперсійний аналіз Фішера                                   |
| 5. Оцінка істотності різниць дисперсій ознаки                    | а) 2 незв'язані вибірки однакової чисельності;  | $F$ -критерій Фішера   |
|  | б) 2 зв'язані вибірки;                          | $t$ -критерій Стьюдента  |
|  | в) 3 і більше вибірок однакової чисельності;    | $q$ -критерій Кохрана  |
|  | г) 3 і більше вибірок різної чисельності.       | $M$ -критерій Бартлета   |
| 6. Аналіз змін ознаки під впливом контрольованих умов            | а) під впливом одного фактора;                  | Однофакторний дисперсійний аналіз Фішера                                   |
|  | б) під впливом двох факторів.                   | Двохфакторний дисперсійний аналіз Фішера                                   |

Таблиця 2

**Класифікація задач і методів їх розв'язання з використанням  
непараметричних статистичних критеріїв**

| <b>Задача</b>  | <b>Умови</b>  | <b>Методи (критерії)</b>   |
|--|---|--|
| 1. Виявлення відмінностей у рівні досліджуваної ознаки     | а) 2 вибірки;   | $Q$ -критерій Розенбаума<br>$U$ -критерій Манна-Уїтні<br>$\varphi^*$ -критерій кутового перетворення Фішера                  |
|  | б) 3 і більше вибірок.                                  | $S$ -критерій Джонкіра<br>$H$ -критерій Крускала-Уолліса   |
| 2. Оцінка зсуву значень досліджуваної ознаки               | а) 2 виміри на одній і тій же вибірці;                  | $T$ -критерій Вілкоксона<br>$G$ -критерій знаків<br>$\varphi^*$ -критерій кутового перетворення Фішера                       |
|  | б) 3 і більше вимірів на одній і тій же вибірці         | $\chi_r^2$ -критерій Фрідмана<br>$L$ -критерій Пейджа  |
| 3. Виявлення відмінностей у розподілі досліджуваної ознаки | а) при зіставленні емпіричного розподілу з теоретичним; | $\chi^2$ -критерій Пірсона<br>$\lambda$ -критерій Колмогорова-Смірнова<br>$m$ -біноміальний критерій                         |
|  | б) при зіставленні двох емпіричних розподілів.          | $\chi^2$ -критерій Пірсона<br>$\lambda$ -критерій Колмогорова-Смірнова<br>$\varphi^*$ -критерій кутового перетворення Фішера |
| 4. Аналіз змін ознаки під впливом контрольованих умов      | а) під впливом одного фактора;                          | $S$ -критерій Джонкіра<br>$L$ -критерій Пейджа<br>Однофакторний дисперсійний аналіз Фішера                                   |
|  | б) під впливом двох факторів одночасно.                 | Двохфакторний дисперсійний аналіз Фішера   |

Розглянемо алгоритм прийняття рішення про задачу і метод її вирішення на стадії, коли дані вже отримані або на стадії планування дослідження.

### **Алгоритм прийняття рішення про задачу і метод її вирішення на стадії, коли дані вже отримані**

1. По першій колонці Табл. 1 і Табл. 2 визначити, яка із задач стоїть у вашому дослідженні.

2. По другій колонці Табл. 1 і Табл. 2 визначити, які умови вирішення вашої задачі, наприклад, скільки вибірок досліджено або на яку кількість груп ви можете розділити досліджену вибірку.

3. По третій колонці Табл. 1 і Табл. 2 визначити, які методи буде найбільш доцільно використовувати у вашій дослідницькій ситуації. Із шеругу найбільш адекватних методів виберіть один – той, розрахунки по якому дозволять досягти потрібного рівня статистичної значимості результату.

### **Алгоритм прийняття рішення про задачу і метод її вирішення на стадії планування дослідження**

1. Визначте, яку модель ви вважаєте найбільш оптимальною для доведення ваших наукових передбачень.

2. Уважно ознайомтесь з описом методу, прикладами і задачами для самостійного вирішення у спеціальній літературі.

3. Якщо ви переконані у правильності вибору методу, зверніть особливу увагу на обмеження його застосування (друга колонка Табл. 1 і Табл. 2 або відповідний розділ спеціальної літератури) і вирішіть, чи зможете ви зібрати дані, які будуть відповідати цим обмеженням (великі об'єми вибірок, наявність кількох вибірок та ін.)

4. Проведіть дослідження, а потім проведіть обробку отриманих даних за попередньо вибраним алгоритмом, якщо не вдалося виконати обмеження.

5. Якщо обмеження виконати не вдалося, зверніться до алгоритму прийняття рішення про задачу і метод її вирішення на стадії, коли дані вже отримані.

Розглянемо порівняльну характеристику статистичних критеріїв, приведену у табл. 3. Визначимо критерії, за якими вони відрізняються.

Таблиця 3

**Порівняльна характеристика параметричних і непараметричних статистичних критеріїв**

| <b>Параметричні критерії</b>  | <b>Непараметричні критерії</b>  |
|---|---|
| 1. Дозволяють прямо оцінити різниці у середніх, отриманих у двох вибірках ( <i>t</i> -критерій Стьюдента).  | 1. Дозволяють оцінити лише середні тенденції, відповісти на питання, чи частіше у вибірці А трапляються вищі, а у вибірці Б – нижчі значення ознаки (критерії Q, U, $\varphi^*$ та ін.)   |
| 2. Дозволяють прямо оцінити відмінності в дисперсіях (F-критерій Фішера).   | 2. Дозволяють оцінити лише відмінності в діапазонах варіативності ознаки (критерій $\varphi^*$ ).   |
| 3. Дозволяють виявити тенденції зміни ознаки при переході від умови до умови при нормальному розподілі ознаки (однофакторний дисперсійний аналіз Фішера).   | 3. Дозволяють виявити тенденції зміни ознаки при переході від умови до умови при будь-якому розподілі ознаки (критерії тенденцій S і L).  |
| 4. Дозволяють оцінити взаємодію двох і більше факторів у їх впливі на зміни ознаки (двохфакторний дисперсійний і багатофакторний дисперсійний аналіз Фішера).   | 4. Ця можливість відсутня.  |
| 5. Експериментальні дані повинні відповідати умовам:<br>а) значення ознаки виміряні за інтервальною шкалою;<br>б) розподіл ознаки є нормальним;<br>в) у дисперсійному аналізі повинна дотримуватись вимога рівності дисперсій у комірках комплексу. | 5. Експериментальні дані можуть не відповідати жодній з цих умов:<br>а) значення ознаки можуть бути виміряні в будь-якій шкалі;<br>б) розподіл ознаки може бути будь-яким і збіг його з яким-небудь теоретичним законом розподілу не потребує перевірки;<br>в) вимога рівності дисперсій може не дотримуватись. |
| 6. Математичні розрахунки досить складні.   | 6. Математичні розрахунки здебільшого прості і займають мало часу (за винятком критеріїв $\chi^2$ і $\lambda$ ).  |
| 7. Якщо умови, перераховані в п.5, виконуються, параметричні критерії виявляються дещо потужнішими ніж непараметричні.  | 7. Якщо умови, перераховані в п.5, не виконуються, непараметричні критерії виявляються потужнішими, ніж параметричні, оскільки вони менш чутливі до засмічень.  |

**Тести для самоконтролю якості засвоєння навчального матеріалу:**

**1. Якщо аналіз кількісних даних здійснюється за допомогою параметричних методів, то у розрахункові формули включають:**

- A. значення середніх арифметичних і дисперсій
- B. ранги
- C. частоти
- D. коефіцієнти кореляції

**2. Для перевірки статистичної значущості результатів, отриманих на основі аналізу експериментальних даних, формулюють і перевіряють:**

- A. наукові гіпотези
- B. статистичні гіпотези
- C. загальні припущення
- D. тези

**3. Будь-яке припущення про вигляд або властивості розподілу досліджуваної в експерименті випадкової величини називають:**

- A. науковою гіпотезою
- B. артефактом
- C. статистичною гіпотезою
- D. висновком

**4. Статистичні гіпотези розглядаються:**

- A. на строгому рівні
- B. парами
- C. в наукових виданнях
- D. в літературі

**5. Нульова гіпотеза  $H_0$  є припущенням про ... відмінності між порівнюваними значеннями.**

- A. суттєві
- B. нульові
- C. певні
- D. досить значні

**6. Нульова гіпотеза  $H_0$  може бути:**

- A. правильною чи неправильною
- B. некоректно сформульованою
- C. науковою
- D. коректно сформульованою

**7. Якщо в результаті перевірки нульова гіпотеза  $H_0$  підтверджується, то кажуть, що відмінність:**

- A. статистично значуща
- B. статистично незначуща
- C. одинична
- D. глобальна

**8. Конкуруюча гіпотеза заперечує твердження:**

- A. про суттєві відмінності
- B. нульової гіпотези
- C. про ненульові відмінності

D. наукової теорії

**9. Якщо внаслідок статистичної перевірки нульова гіпотеза  $H_0$  відхиляється, то приймається:**

A. основна гіпотеза

B. рішення про повторне проведення експерименту

C. рівень значущості

D. альтернативна гіпотеза

**10. Для перевірки правильності нульової гіпотези  $H_0$  задається:**

A. значення дисперсії

B. середнє арифметичне значення

C. нульовий рівень

D. рівень значущості  $\alpha$

**11. Найчастіше рівень значущості беруть рівним:**

A. 0,95 або 0,99

B. 0,05 або 0,01, досить рідко – 0,001

C. 10 %

D. нулю

**12. Статистичним критерієм називають спеціально дібрану величину, ... якої відомий.**

A. точний чи приблизний розподіл

B. рівень значущості

C. критерій

D. запис

**13. Для кожного конкретного критерію перевірки нульової гіпотези  $H_0$  його емпіричне значення обчислюють за формулою:**

A. обчислення середнього вибіркового значення

B. на основі вибірових даних

C. з врахуванням значень спеціальних статистичних таблиць

D. або вважають рівним нулю

**14. При перевірці нульової гіпотези  $H_0$  залежно від вигляду альтернативної гіпотези ...**

A. розраховуються дисперсії

B. розраховуються числові характеристики вибірки

C. критична область може бути однібічною чи двобічною

D. розраховується коефіцієнт кореляції

**15. Якщо альтернативна гіпотеза  $H_1$  має вигляд  $D(X) \neq D(Y)$ , то критична область є:**

A. порожньою

B. двобічною

C. охоплює множину всіх емпіричних значень

D. однібічною

**16. Невідхилення нульової гіпотези  $H_0$ :**

A. доводить її абсолютну справедливість

B. це єдине правильне рішення

C. не доводить її абсолютної справедливості



D. означає, що одержано помилкові вибіркові дані

**17. Рівень значущості  $\alpha$  - це ймовірність:**

A. відхилити нульову й альтернативну гіпотези

B. настання події

C. протилежної події

D. здійснити помилку першого роду

**18. Якщо в правилі прийняття рішення використовується рівень значущості  $\alpha = 0,05$ , то це означає, що:**

A. не більше, ніж у 5 випадках зі 100 існує ризик відхилити правильну нульову гіпотезу  $H_0$

B. більше, ніж у 5 випадках зі 100 існує ризик відхилити правильну нульову гіпотезу  $H_0$

C. більше, ніж в 1 випадку зі 100 існує ризик відхилити правильну нульову гіпотезу  $H_0$

D. нульова гіпотеза  $H_0$  має бути прийнята

**19. Чим менша величина рівня значущості  $\alpha$ , тим частіше нульова гіпотеза  $H_0$  буде:**

A. визнаватися правильною

B. визнаватися неправильною

C. відхилятися

D. формулюватися набагато складніше

**20. Непараметричні критерії використовують тоді, коли дослідник має справу з:**

A. дуже малими вибірками чи з якісними даними

B. дуже великими вибірками

C. коефіцієнтами кореляції

D. середніми арифметичними значеннями і дисперсіями

**Завдання для виконання за результатами опрацювання теми:**

Опрацювавши матеріали лекційного заняття, виконати письмово наступні вправи.

**Вправа 1.** Статистичні гіпотези та їх перевірка.

1. Аргументовано пояснити, яка з пари статистичних гіпотез є нульовою.

A) 1. Середні значення порівнюваних вибірок статистично значимо відрізняються між собою.

2. Різниця між середніми значеннями порівнюваних вибірок статистично незначима.

Б) 1. Фактор не здійснює статистично значимого впливу на ознаку.

2. Вплив фактора на ознаку виявився статистично значимим.

2. Аргументовано пояснити, які з наведених альтернативних гіпотез належать до направлених.

1. Психологічна настанова змінює об'єм і концентрацію уваги.
2.  $H_A: \mu_1 < \mu_2$ .
3. Інтенсивні і систематичні заняття спортом сприяють зниженню ваги.
4. Лікарські препарати по-різному діють на артеріальний тиск.
5.  $H_A: \mu_1 \neq \mu_2$ .
6. Систематичне читання збільшує активний словниковий запас.

3. Змоделювати результати гіпотетичного психологічного дослідження, у якому б існувала ймовірність виникнення помилки першого або другого роду.

4. Поясніть, що означає вираження  $1-\alpha$ .

**Вправа 2.** Інтерпретація рівнів статистичної значимості.

1. Сформулюйте статистичне рішення і можливий статистичний висновок у відношенні наступних рівнів значимості:

- А)  $p > 0,1$ ;
- Б)  $p < 0,1$ ;
- В)  $p < 0,05$ ;
- Г)  $p < 0,01$ ;
- Д)  $p > 0,001$ ;
- Ж)  $p > 0,05$ .

2. Аргументовано пояснити, чому:

- А) зниження величини  $\alpha$  збільшує ризик припуститися помилки другого роду;
- Б) величина  $(1-\alpha)$  називається довірчою ймовірністю.

3. Пояснити, яким чином рівень статистичної значимості впливає на прийняття статистичного рішення, а також на змістову інтерпретацію результатів фундаментальних і прикладних досліджень.

**Вправа 3.** Гіпотези про схожість та відмінність. Помилки першого та другого роду.

Для кожного із наведених досліджень а) визначте нульову гіпотезу, б) зробіть припущення про альтернативну гіпотезу, тобто викладіть можливий хід дослідження, в) опишіть результати дослідження при помилці першого роду, г) охарактеризуйте результати при помилці другого роду.

А) В дослідженні здібності людей розпізнати неправду (жінки і чоловіки) учасники дослідження намагаються виявити неправду в записаних на відео висловлюваннях жінок (в одних випадках вони кажуть неправду, в інших – правду).

Б) В дослідженні сприймання немовлятам дають звикнути до звичайних зображень людських облич, а потім показують кілька несиметричних облич, щоб визначити, чи бачать вони різницю.

В) Пацієнтів з депресією і без неї просять виказати думку про те, чи зможуть вони подолати лабіринт заввишки у людський зріст.

Г) Кілька спортсменів проходять тренінг формування зорових образів за новою методикою безпосередньо перед тим, як бити пенальті. Їх результати порівнюються з результатами інших спортсменів, які не проходять тренінг.

#### **Глосарій термінів навчального матеріалу:**

**Альтернативна гіпотеза** – гіпотеза, яка протиставляється нульовій гіпотезі і заперечує її.

**Критерії узгодженості** – особливі статистичні показники, що характеризують відповідність емпіричного й теоретичного розподілів. Відомі критерії згоди Д.Пірсона.

**Критерій t нормального розподілу** – це теоретичне нормоване відхилення для великих вибірок. За законом нормального розподілу варіація індивідуальних значень досліджуваної ознаки перебуває в межах  $\chi \pm 3\sigma$  (правило трьох сигм). Числове значення цього критерію залежить від рівня імовірності. Його визначають за спеціальними таблицями «Значення інтеграла імовірностей».

**Критерій t-Стьюдента** – використовують для перевірки статистичних гіпотез стосовно середніх при малій вибірці ( $n < 20$ ). Його застосовують, визначаючи надійні інтервали, інтервально оцінюючи параметри генеральної сукупності. Числове значення критерію залежить від кількості ступенів свободи варіації та рівня ймовірності.

**Критерій F-Фішера-Снедекора** – використовують у оцінці співвідношення дисперсій при малих вибірках, а також суті ступеня варіації ознак і надійності взаємозв'язку між факторами.

**Критерій Вілкоксона** – застосовують для перевірки однорідності розподілів двох генеральних сукупностей.

**Критерій  $\chi^2$  Пірсона** – використовують тоді, коли потрібно визначити ступінь відмінності фактичного розподілу частот від теоретичного. Крім того, його застосовують для оцінки однорідності розподілів, а також як критерій незалежності в розподілі об'єктів сукупності за градаціями досліджуваної ознаки.

**Критична область** – це ті значення критерію, при яких нульова гіпотеза відхиляється.

**Критичні точки** – точки, які відокремлюють критичну галузь від галузі допустимих значень.

**Непараметричні критерії** – статистичні критерії, використання яких не пов'язане зі знанням закону розподілу випадкової величини, їх можна використовувати і тоді, коли досліджуваний розподіл відрізняється від нормального. До непараметричних належать критерії Колмогорова, Вілкоксона, Уайта тощо.

**Область допустимих значень** – це ті значення критерію, при яких нульова гіпотеза приймається.

**Параметричні критерії** – статистичні критерії, які ґрунтуються на припущенні, що розподіл досліджуваної ознаки в сукупності підпорядковується певному відомому закону, наприклад, законам: нормального розподілу, розподілу Стюдента, Фішера і т. ін. До них належать критерії  $t$ ,  $F$ ,  $\chi^2$ . Особливістю цих критеріїв є те, що їх застосування потребує обчислення оцінок параметрів розподілу.

**Помилки другого порядку (роду)** – полягають у тому, що приймається нульова гіпотеза, хоч насправді правильна альтернативна гіпотеза.

**Помилки першого порядку (роду)** – полягають у тому, що відхиляється нульова гіпотеза, хоч насправді вона правильна.

**Рівень значущості** – імовірність припуститися помилки першого порядку. Р.з. становить ту мінімальну ймовірність, починаючи з якої можна визнати подію практично неможливою, тобто показує міру, з якою ми ризикуємо, відхиляючи нульову гіпотезу.

**Рівень істотності** – показує ймовірність, з якою гіпотеза, що перевіряється, може дати помилковий результат.

**Статистична гіпотеза** – це припущення відносно параметрів або форми розподілу генеральної сукупності, яке можна перевірити на основі вибірки. У процесі перевірки статистичної гіпотези потрібно визначити, чи узгоджуються дані спостереження з висунутим припущенням. Унаслідок перевірки гіпотеза приймається або відхиляється.

**Статистичний критерій** – це, обчислений на основі фактичних спостережень оціночний показник, відповідно до якого приймають або відхиляють нульову гіпотезу.