

Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний університет
ім. Олеся Гончара
Кафедра загальної та педагогічної психології

Салюк М.А.

СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ДАНИХ експериментального дослідження

методичний посібник
з курсу «Експериментальна психологія»

За редакцією члена-кореспондента НАПН України, доктора психол. наук,
проф. Носенко Е.Л.

Дніпропетровськ
Видавництво «Інновація»

2010

Рекомендовано до друку Радою факультету психології
Дніпропетровського національного університету ім. О.Гончара

« » листопада 2010 р. (протокол №)

Салюк М.А.

Статистична обробка даних експериментального дослідження.
Методичний посібник з курсу «Експериментальна психологія» / за ред.
Е.Л. Носенко. – Дніпропетровськ: Інновація, 2010. – 26 с.

У методичному посібнику розглядається процедура статистичної обробки даних експериментального психологічного дослідження. Акцент зроблено на процесі вибору адекватного статистичного методу перевірки гіпотези в залежності від параметрів дослідження.

Для самоперевірки засвоєння матеріалу студентами пропонуються завдання тестового типу, виконання яких можливе із застосуванням ЕОМ.

Посібник призначено для студентів спеціальності «Психологія».

ВСТУП



Цей методичний посібник має на меті допомогти Вам навчитися вірно обирати методи статистичної обробки емпіричних даних для перевірки гіпотез досліджень. Посібник починається з набору запитань, на які необхідно відповісти, обираючи метод статистичної обробки даних. Далі розглядаються фактори, які необхідно урахувати для вірного вибору методу обробки емпіричних даних. Коли Ви зрозумієте логіку вибору та застосування статистичних критеріїв, Ви зможете перевірити свої знання, аналізуючи експерименти (представлені в розділі "Від теорії до практики"). Підсумковий тест допоможе оцінити, як Ви засвоїли матеріал.

Посібник передбачає, що Вам відомі основи використання математичних методів для обробки даних психологічних досліджень. Вивчення формул та процедур застосування статистичних методів не входить в завдання посібника. Акцент зроблено на *процесі вибору вірного статистичного методу* перевірки гіпотези в залежності від параметрів дослідження.

Чому це важливо?

Навіть якщо Ви вже знаєте основні статистичні методи перевірки гіпотез, Вам може бути важко визначити, який саме метод слід обрати для певного дослідження. Огляд методів статистичної обробки, представлений в посібнику, надасть Вам можливість навчитися обирати статистичні критерії для аналізу експериментальних даних та планування конкретних досліджень.

Обираючи статистичний критерій для перевірки гіпотези емпіричного дослідження, необхідно відповісти на 4 запитання:

- Що виступає в якості незалежної (НЗ) та залежної (ЗЗ) змінних у дослідженні?
- В яких шкалах виміряні змінні?

- Скільки груп в експериментальному дизайні? Які ці групи (співвіднесені чи незалежні)?
- Чи можна застосовувати обраний критерій для наявного розподілу даних?



Розглянемо кожне з цих питань більш детально.

НЕЗАЛЕЖНІ ТА ЗАЛЕЖНІ ЗМІННІ

Перед тим, як обрати статистичний критерій для аналізу даних емпіричного дослідження, необхідно визначити незалежну та залежну змінні в дослідженні. *Незалежна змінна* (НЗ) - це те, чим маніпулює дослідник. *Залежна змінна* (ЗЗ) - це результат маніпулювання незалежною змінною. Тобто, незалежна змінна - це чинник, а залежна змінна - наслідок. Дослідник намагається пояснити наслідок (ЗЗ), що виникає завдяки маніпулюванню незалежною змінною (НЗ).

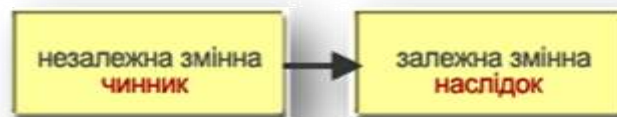


Рис. 1. Незалежні та залежні змінні.

Розглянемо приклад.

Приклад.

Зазвичай після вечері пари в ресторані рахунок для сплати надається частіше чоловікові ніж жінці. Дослідник зацікавився, чи буде виявлятися ця тенденція при домінуючій поведінці жінки (якщо вона уточнює у офіціанта інформацію про страви з меню, запитує перелік вин та таке інше).

Була сформована велика рандомізована вибірка ресторанів. Всі ресторани відвідувала одна і та ж сама пара. Однак в половині з них домінуючу роль грав чоловік, в другій половині ресторанів домінуючу

поведінку демонструвала жінка. Дослідник відмічав, кому (чоловіку чи жінці) офіціант пред'являв рахунок.

Гіпотезою дослідження було припущення про те, що рахунок надається тому, хто демонструє домінуючу поведінку.

Аналіз прикладу.

Поведінка, яку намагається пояснити експериментатор, це – пред'явлення рахунку одному з пари клієнтів. Кому пред'являв рахунок офіціант, чоловіку чи жінці? Це – *залежна змінна*. Незалежною змінною маніпулюють. У даному випадку *незалежна змінна* – хто демонструє домінуючу поведінку (чоловік чи жінка) під час вечері.

Отже, ми визначили незалежну та залежну змінні. Наш наступний крок – визначити, в яких шкалах виміряні змінні.

ШКАЛА ВИМІРЮВАННЯ

Після ідентифікації незалежної та залежної змінних наш наступний крок при виборі статистичного критерію аналізу експериментальних даних – визначити, в яких шкалах виміряні ці змінні.

Існує дві групи статистичних критеріїв: непараметричні та параметричні. Непараметричні використовуються для аналізу даних, виміряних в шкалах найменувань та порядку. Параметричні критерії застосовуються до даних, виміряних в шкалі інтервалів та шкалі відношень.

Таблиця 1. Застосування різних типів критеріїв в залежності від шкали вимірювання залежної змінної.

Тип критерію		Шкала вимірювання
Непараметричні	-	Найменувань
Непараметричні	-	Порядку
-	Параметричні	Інтервалів
-	Параметричні	Відношень

Шкала вимірювання *залежної змінної* допоможе нам визначити, яку групу статистичних критеріїв ми маємо застосувати (непараметричні чи параметричні).

Непараметричні критерії застосовуються для аналізу номінальних та порядкових даних.

Критерій χ^2 Пірсона, G-знаків (критерій МакНемара), Q-Розенбаума, кутове перетворення ϕ^* Фішера застосовуються до даних, виміряних в шкалі найменувань.

Дані, виміряні в шкалі порядку, аналізуються за допомогою таких критеріїв як: U Манна-Уїтні, T Вілкоксона, H Крускалла-Уолліса, дисперсійний аналіз ANOVA (для порядкових даних).

Таблиця 2. Статистичні критерії, за допомогою яких аналізуються дані, виміряні в шкалах найменувань та порядку.

Шкала найменувань	Шкала порядку
χ^2 Пірсона	U Манна-Уїтні
G-знаків	T Вілкоксона
Q-Розенбаума	H Крускалла-Уолліса
ϕ^* Фішера	ANOVA (для порядкових даних)

Обираючи серед цих критеріїв необхідний, ми повинні визначити кількість груп в експериментальному дослідженні та характер цих груп (незалежні чи залежні (співвіднесені)).

Параметричні критерії застосовуються для аналізу даних, виміряних в шкалах інтервалів та відношень. Перелік найбільш розповсюджених параметричних критеріїв міститься в представленій таблиці.

Таблиця 3. Деякі параметричні статистичні критерії.

Параметричні критерії
t Стьюдента для незалежних вибірок
t Стьюдента для залежних (співвіднесених) вибірок
Однофакторний ANOVA
Багатофакторний ANOVA
ANOVA з повторними вимірами

Обираючи серед цих критеріїв необхідний для конкретного дослідження, ми повинні визначити кількість груп в експериментальному дослідженні та характер цих груп (незалежні чи залежні).

Давайте пригадаємо наш приклад експерименту та визначимо, в якій шкалі виміряна залежна змінна.

Приклад.

Зазвичай після вечері пари в ресторані рахунок для сплати надається частіше чоловікові ніж жінці. Дослідник зацікавився, чи буде виявлятися ця тенденція при домінуючій поведінці жінки (якщо вона уточнює у офіціанта інформацію про страви з меню, запитує перелік вин та таке інше).

Була сформована велика рандомізована вибірка ресторанів. Всі ресторани відвідувала одна і та ж сама пара. Однак в половині з них домінуючу роль відігравав чоловік, в другій - домінуючу поведінку демонструвала жінка. Дослідник відмічав, кому (чоловікові чи жінці) офіціант пред'являв рахунок.

Гіпотезою дослідження було припущення про те, що рахунок пред'являється тому, хто демонструє домінуючу поведінку.

Аналіз прикладу.

Отже, залежна змінна у цьому дослідженні – кому було пред'явлено рахунок (чоловікові чи жінці). Шкала вимірювання – номінальна.

Після того, як ми визначили шкалу вимірювання залежної змінної та обрали групу статистичних критеріїв, які необхідно використовувати, нам необхідно визначити план експериментального дослідження, зокрема кількість та характер груп.

ВИБІРКА / ГРУПИ

Наступний крок - визначення експериментального дизайну (плану). Нам необхідно охарактеризувати експериментальну вибірку, тобто проаналізувати кількість груп в експериментальному дослідженні та характер цих груп (співвіднесені чи неспіввіднесені).

Кількість груп.

У даному посібнику ми розглядаємо лише математичні методи для встановлення статистичної значимості *розбіжностей* між групами. Тому мінімальна кількість груп в експериментальних дизайнах, що розглядаються в даному посібнику - дві. Можливий є варіант залучення трьох, чотирьох та більшої кількості груп для участі в експерименті.

В експериментах з двома групами для встановлення розбіжностей використовуються наступні статистичні критерії: χ^2 Пірсона, U Манна-Уїтні, T Вілкоксона, G - знаків, Q - Розенбаума, кутове перетворення ϕ^* Фішера, t Стьюдента для незалежних вибірок, t Стьюдента для залежних (співвіднесених) вибірок.

Якщо в експерименті три та більше груп, використовуються: χ^2 Пірсона, H Крускала-Уолліса, дисперсійний аналіз ANOVA (в його різних варіантах).

Деякі з цих критеріїв використовуються для аналізу даних, отриманих на неспіввіднесених (незалежних) групах, інші - для аналізу співвіднесених (залежних) груп чи аналізу залежних вимірів змінної.

Далі розглянемо відмінності між співвіднесеними та неспіввіднесеними групами та вимірами.

Співвіднесені (залежні) виміри.

Якщо в дизайні експерименту використовуються залежні виміри змінних, це свідчить про те, що між рядами отриманих даних існує певний зв'язок. Можна виділити принаймні *три типи* таких зв'язків:

1. Повторні виміри залежної змінної.
2. Природні зв'язки між досліджуваними.
3. Використання прийому співвіднесення досліджуваних чи груп при побудові експериментальної та контрольної груп.

Дизайн з використанням *повторних вимірів* залежної змінної свідчить про те, що залежна змінна вимірюється до та після

експериментального випробування, або виміри залежної змінної здійснюються в одних і тих самих досліджуваних в різних експериментальних умовах. У такому випадку отримані ряди даних будуть залежними.

Коли для участі в експерименті залучаються *природно зв'язані* між собою досліджувані (близнюки, діти та їх батьки, пари закоханих, тощо), ми маємо аналізувати отримані дані теж як "зв'язані".

Співвіднесення досліджуваних (використання корельованих пар чи корельованих груп) теж дає нам залежні ряди вимірних даних. Уявіть, що дослідник намагається проконтролювати таку побічну змінну, як розвиток інтелекту. Він може виміряти IQ всіх досліджуваних і співвіднести їх за даним параметром, створивши корельовані групи.

Всі статистичні процедури для співвіднесених чи залежних вимірів аналізують дані як зв'язані, тому дуже важливо вміти розпізнавати експерименти з використанням залежних груп чи вимірів.

Статистичні критерії, що використовуються для аналізу співвіднесених даних: критерій G - знаків (аналіз двох співвіднесених груп або двох вимірів залежної змінної до та після експериментального випробування); Q - Розенбаума (аналіз двох груп); критерій ϕ^* кутове перетворення Фішера; T Вілкоксона (аналіз двох груп); t Стюдента для залежних вибірок (аналіз двох груп); дисперсійний аналіз ANOVA (аналіз трьох та більше груп).

Неспіввіднесені (незалежні) виміри.

Якщо між досліджуваними групами немає зв'язку, ці групи вважаються незалежними (неспіввіднесеними). Зазвичай такі групи відбираються за певним критерієм (стать, вік, місце роботи, тощо), або формуються за допомогою процедури рандомізації.

Дослідження гендерних відмінностей є вдалим прикладом використання незалежних груп. Досліджуваний не може бути одночасно і чоловіком і жінкою, групи повністю незалежні. Якщо Вам важко визначити, які групи брали участь в експерименті, просто запитайте: "Чи може досліджуваний бути учасником однієї експериментальної групи і, в той же час - іншої?" Якщо відповідь – «ні», (досліджуваний не може бути і чоловіком і жінкою, навчатися на першому курсі та третьому курсі одного факультету тощо), то групи є незалежними.

Статистичні критерії, що використовуються для встановлення розбіжностей між неспіввіднесеними групами: χ^2 Пірсона (аналіз двох та більше груп); U - Манна-Уїтні (аналіз двох груп); t Стьюдента для незалежних вибірок (аналіз двох груп); дисперсійний аналіз ANOVA (аналіз трьох та більше груп).

Згадаємо наш приклад.

Приклад.

Зазвичай після вечері пари в ресторані рахунок для сплати надається частіше чоловікові ніж жінці. Дослідник зацікавився, чи буде виявлятися ця тенденція при домінуючій поведінці жінки (якщо вона уточнює у офіціанта інформацію про страви з меню, запитує перелік вин та таке інше).

Була сформована велика рандомізована вибірка ресторанів. Всі ресторани відвідувала одна і та ж сама пара. Однак в половині з них домінуючу роль відігравав чоловік, в другій - домінуючу поведінку демонструвала жінка. Дослідник відмічав, кому (чоловікові чи жінці) офіціант пред'являв рахунок.

Гіпотезою дослідження було припущення про те, що рахунок пред'являється тому, хто демонструє домінуючу поведінку.

Аналіз прикладу.

У даному дослідженні експериментальна вибірка досліджуваних складалась з офіціантів випадково обраних ресторанів. У кожному ресторані домінуючу роль відігравав один з помічників експериментатора (або чоловік, або жінка). Таким чином експериментатор отримав два окремих розподілу даних:

- а) реакція офіціанта при обслуговуванні пари з домінуючою поведінкою чоловіка та
- б) реакція офіціанта при обслуговуванні пари з домінуючою поведінкою жінки.

Тобто, в дослідженні брали участь дві незалежні експериментальні групи (офіціанти, що обслуговували пару з домінуванням чоловіка; та офіціанти, що обслуговували пару з домінуванням жінки). Певний офіціант не може бути поміщеним одночасно і в групу з домінуючим чоловіком, і в групу з домінуючою жінкою. Для статистичного аналізу розбіжностей між групами треба маємо використовувати критерії для незалежних (неспіввіднесених) груп.

Залежна змінна в цьому експерименті, це кому було пред'явлено рахунок (чоловікові чи жінці). Шкала вимірювання – номінальна. Отже, ми маємо використовувати статистичний критерій χ^2 Пірсона. Цей критерій дозволить встановити чи відрізняється частота пред'явлення рахунку чоловікові в групі офіціантів, які обслуговували пару з домінуванням чоловіка, від частоти пред'явлення рахунку чоловікові в групі офіціантів, які обслуговували пару з домінуванням жінки.

Наш останній крок при виборі статистичного критерію аналізу експериментальних даних - визначення правомірності застосування обраного критерію.

УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ КРИТЕРІЮ

Останнє питання, яке ми повинні розглянути, це умови застосування критерію. Застосування всіх параметричних критеріїв базується на припущенні про *нормальний розподіл* фактору, що вивчається в популяції (генеральній сукупності) та в досліджуваній вибірці.

Застосування непараметричних критеріїв не потребує урахування припущень щодо характеру розподілу даних в популяції.

Обираючи між параметричними та непараметричними методами порівняння вибірок, необхідно мати на увазі, що параметричні критерії більш чутливі, ніж їх непараметричні аналоги. Тож вихідною ситуацією для аналізу даних, виміряних в шкалах інтервалів та відношень, є вибір параметричного критерію. Проте це не завжди можливо.

Нижче перелічені умови, коли використання непараметричних критеріїв є виправданим (присутність однієї з умов достатня для прийняття рішення про застосування непараметричних критеріїв).

- Залежна змінна виміряна в шкалі найменувань чи у порядковій шкалі.
- Є підстави вважати, що розподіл значень фактора в популяції не відповідає нормальному закону.
- Невелика кількість досліджуваних в експериментальній вибірці.

Умови, коли виправданим є використання параметричних критеріїв (для прийняття рішення про застосування параметричних критеріїв необхідна присутність всіх перелічених нижче умов):

- Залежна змінна виміряна в шкалі інтервалів чи шкалі відношень.
- Розподіл значень фактора в популяції відповідає нормальному закону (що можна перевірити за допомогою критерію Колмогорова - Смірнова).
- Кількість досліджуваних в експериментальній вибірці є достатньо великою.

Згадаємо знову наш приклад експерименту.

Приклад.

Зазвичай після вечері пари в ресторані рахунок для сплати надається частіше чоловікові ніж жінці. Дослідник зацікавився, чи буде виявлятися ця тенденція при домінуючій поведінці жінки (якщо вона

уточнює у офіціанта інформацію про страви з меню, запитує перелік вин та таке інше).

Була сформована велика рандомізована вибірка ресторанів. Всі ресторани відвідувала одна і та ж сама пара. Однак в половині з них домінуючу роль відігравав чоловік, в другій - домінуючу поведінку демонструвала жінка. Дослідник відмічав, кому (чоловікові чи жінці) офіціант пред'являв рахунок.

Гіпотезою дослідження було припущення про те, що рахунок пред'являється тому, хто демонструє домінуючу поведінку.

Експериментальна гіпотеза: **якщо** людина демонструє домінуючу поведінку під час вечері, **то** рахунок частіше надається саме цій людині.

Аналіз прикладу.

Ми вирішили обрати статистичний критерій χ^2 Пірсона для перевірки статистичної гіпотези дослідження тому, що **залежна змінна** виміряна в номінальній шкалі (кому було пред'явлено рахунок, чоловікові чи жінці). Критерій χ^2 Пірсона - непараметричний критерій, тож ми можемо не турбуватися щодо характеру розподілу даних в популяції. Застосування даного критерію передбачає наявність незалежних вибірок. У нашому прикладі експериментальні групи незалежні, отже, ми можемо приступати до статистичного аналізу даних.

Розглянемо процедуру обчислювання критерію χ^2 Пірсона.

Припустимо, що дослідження проводилось в 42 ресторанах (в 22 з яких домінуючу роль відігравала жінка, а в інших 20 – чоловік). Дослідник отримав наступні результати. У випадках, коли домінуючу поведінку демонструвала жінка, офіціант пред'являв рахунок 15 раз жінці та 7 раз чоловікові. У ресторанах, де домінуючу поведінку демонстрував чоловік, офіціант пред'являв рахунок у 4-х випадках жінці та в 16-ти випадках – чоловікові. Занесемо ці данні до таблиці:

Таблиця 4. Пред'явлення рахунку офіціантом.

	Домінуюча поведінка жінки	Домінуюча поведінка чоловіка
Пред'явлення рахунку жінці	15	4
Пред'явлення рахунку чоловікові	7	16
Сума	22	20

На перший погляд, ми можемо сказати, що рахунок пред'являється частіше тому, хто демонструє домінуючу поведінку. Перед дослідником стоїть завдання порівняти два емпіричні розподіли даних та визначити, чи є різниця в отриманих даних статистично значимою.

Сформулюємо статистичні гіпотези:

Нульова гіпотеза (H_0): між двома емпіричними розподілами даних немає розбіжностей.

Якщо ми не зможемо відхилити нульову гіпотезу, це означатиме, що розбіжності в отриманих результатах є незначимі, вони можуть бути пояснені випадковими факторами. Тобто, демонстрація домінуючої поведінки не впливає на пред'явлення офіціантом рахунку тій чи іншій людині.

Альтернативна гіпотеза (H_1): між двома емпіричними розподілами даних є розбіжності.

Альтернативна гіпотеза приймається, якщо відхиляється нульова гіпотеза. Прийняття альтернативної гіпотези означатиме, що розбіжності в двох емпіричних розподілах не є випадковими. Тобто, демонстрація домінуючої поведінки впливає на пред'явлення офіціантом рахунку тій чи іншій людині.

Розглянемо детально процедуру підрахунку значення критерію χ^2 Пірсона для наших емпіричних даних.

Процедура:

1. Кожній клітинці таблиці розподілу емпіричних даних надамо відповідну літеру (A, B, C, D) (табл. 5).
2. Підрахуємо відповідну теоретичну (очікувану) частоту (табл. 6) для кожної клітинки за наступною формулою:

$$f_m = \frac{R * C}{T}, \text{ де:}$$

f_m - теоретична частота;
R – сума даних по строках:
(A+B) або (C+D)

Підрахунки:

$$\text{Клітинка A: } f_m = \frac{(15+4)*(15+7)}{(15+4+7+16)} = 9,95$$

$$\text{Клітинка B: } f_m = \frac{(15+4)*(4+16)}{(15+4+7+16)} = 9,05$$

$$\text{Клітинка C: } f_m = \frac{(7+16)*(15+7)}{(15+4+7+16)} = 12,05$$

$$\text{Клітинка D: } f_m = \frac{(7+16)*(4+16)}{(15+4+7+16)} = 10,95$$

C – сума даних по стовпчиках:
(A+C) або (B+D)

T- загальна сума по всіх клітинках:
(A+B+C+D)

3. Враховуючи показники емпіричних (f_e) та теоретичних частот (f_m), підрахуємо значення критерію χ^2 за наступною формулою:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_e - f_m)^2}{f_m}$$
, виконуючи наступні кроки:

а) віднімемо від f_e значення f_m ;

б) піднесемо в квадрат результати кроку а;

в) розділимо результат кроку б на відповідний показник f_m ;

г) сумуємо результати кроку в.

4. Визначаємо кількість ступенів свободи за формулою:

$$v = (R - 1)(C - 1)$$
,
де R – кількість строк;
C – кількість стовпчиків.

5. Звертаємось до таблиці критичних значень критерію χ^2 Пірсона (табл. 7). Враховуючи знайдену кількість ступенів свободи, знаходимо відповідні критичні значення χ^2 Пірсона.

6. Робимо висновки щодо статистичної значущості розбіжностей.

КЛІТИНИ	Крок а:	Крок б:	Крок в:
	$f_e - f_m$	$(f_e - f_m)^2$	$\frac{(f_e - f_m)^2}{f_m}$
A	15 - 9,95 = 5,05	5,05 ² =25,50	$\frac{25,50}{9,95} = 2,56$
B	4 - 9,05 = - 5,05	-5,05 ² =25,50	$\frac{25,50}{9,05} = 2,82$
C	7 - 12,05 = - 5,05	-5,05 ² =25,50	$\frac{25,50}{12,05} = 2,12$
D	16 - 10,95 = 5,05	5,05 ² =25,50	$\frac{25,50}{10,95} = 2,33$

Крок г: $\chi^2 = 2,56 + 2,82 + 2,12 + 2,33 = 9,83$

$$v = (2 - 1)(2 - 1) = 1 \times 1 = 1$$

$$\chi^2_{0,05} = 3,841$$

$$\chi^2_{0,01} = 6,635$$

Емпіричне значення χ^2 , отримане в нашому прикладі, більше ніж критичні значення $\chi^2_{0,05}$ та $\chi^2_{0,01}$: **9,83 > 6,635**, отже ми можемо відхилити нульову гіпотезу про відсутність розбіжностей між групами та прийняти альтернативну гіпотезу на рівні статистичної значущості $p < 0,01$.

Таблиця 5 . Розподіл емпіричних частот (f_e).

	Домінуюча поведінка жінки	Домінуюча поведінка чоловіка
Пред'явлення рахунку жінці	15 A	4 B
Пред'явлення рахунку чоловікові	7 C	16 D
Сума	22	20

Таблиця 6. Розподіл теоретичних частот (f_T).

	Домінуюча поведінка жінки	Домінуюча поведінка чоловіка
Пред'явлення рахунку жінці	9,95 A	9,05 B
Пред'явлення рахунку чоловікові	12,05 C	10,95 D
Сума	22	20

Отже, після підрахунку значення критерію χ^2 Пірсона, ми маємо прийняти альтернативну статистичну гіпотезу про наявність розбіжностей між досліджуваними групами. Це означає, що експериментальна гіпотеза дослідження підтвердилась, і ми можемо стверджувати, що рахунок частіше надається людині, яка демонструє домінуючу поведінку в ресторані.

Ми розглянули кроки, необхідні для прийняття рішення про вибір статистичного методу аналізу емпіричних даних експериментального дослідження. Зробимо короткий огляд всіх розглянутих статистичних критеріїв.

Таблиця 7. Критичні значення критерію χ^2 Пірсона для рівнів статистичної значущості $p \leq 0,05$ та $p \leq 0,01$ при різній кількості ступеней свободи v . Розбіжності між двома розподілами можуть вважатися достовірними, якщо $\chi^2_{\text{емп}}$ досягає чи перевищує $\chi^2_{0,05}$.

p			p			p		
v	0,05	0,01	v	0,05	0,01	v	0,05	0,01
1	3,841	6,635	35	49,802	57,342	69	89,391	99,227
2	5,991	9,210	36	50,998	58,619	70	90,631	100,425
3	7,815	11,345	37	52,192	59,892	71	91,670	101,621
4	9,488	13,277	38	53,384	61,162	72	92,808	102,816
5	11,070	15,086	39	54,572	62,428	73	93,945	104,010
6	12,592	16,812	40	55,758	63,691	74	95,081	105,202
7	14,067	18,475	41	56,942	64,950	75	96,217	106,393
8	15,507	20,090	42	58,124	66,206	76	97,351	107,582
9	16,919	21,666	43	59,304	67,459	77	98,484	108,771
10	18,307	23,209	44	60,481	68,709	78	99,617	109,958
11	19,675	24,725	45	61,656	69,957	79	100,749	111,144
12	21,026	26,217	46	62,830	71,201	80	101,879	112,329
13	22,362	27,688	47	64,001	72,443	81	103,010	113,512
14	23,685	29,141	48	65,171	73,683	82	104,139	114,695
15	24,996	30,578	49	66,339	74,919	83	105,267	115,876
16	26,296	32,000	50	67,505	76,154	84	106,395	117,057
17	27,587	33,409	51	68,669	77,386	85	107,522	118,236
18	28,869	34,805	52	69,832	78,616	86	108,648	119,414
19	30,144	36,191	53	70,993	79,843	87	109,773	120,591
20	31,410	37,566	54	72,153	81,069	88	110,898	121,767
21	32,671	38,932	55	73,311	82,292	89	112,022	122,942
22	33,924	40,289	56	74,468	83,513	90	113,145	124,116
23	35,172	41,638	57	75,624	84,733	91	114,268	125,289
24	36,415	42,980	58	76,778	85,950	92	115,390	126,462
25	37,652	44,314	59	77,931	87,166	93	116,511	127,633
26	38,885	45,642	60	79,082	88,379	94	117,632	128,803
27	40,113	46,963	61	80,232	89,591	95	118,752	129,973
28	41,337	48,278	62	81,381	90,802	96	119,871	131,141
29	42,557	49,588	63	82,529	92,010	97	120,990	132,309
30	43,773	50,892	64	83,675	93,217	98	122,108	133,476
31	44,985	52,191	65	84,821	94,422	99	123,225	134,642
32	46,194	53,486	66	85,965	95,626	100	124,342	135,807
33	47,400	54,776	67	87,108	96,828			
34	48,602	56,061	68	88,250	98,028			

ОГЛЯД СТАТИСТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ

Вище був представлений огляд основних статистичних критеріїв, які застосовуються для перевірки статистичної значущості розбіжностей між показниками двох та більше груп досліджуваних. Ці критерії застосовуються для перевірки статистичної гіпотези дослідження, що, в свою чергу, надає можливість прийняти (чи відхилити) емпіричну гіпотезу експерименту.

Всі критерії статистичного висновку поділяються на *непараметричні* та *параметричні*. Серед *непараметричних* виділяють критерії, що застосовуються для аналізу номінальних даних (тобто виміряних в шкалі найменувань) та порядкових даних (виміряних в шкалі порядку). Параметричні критерії застосовуються для аналізу метричних даних (виміряних в шкалах інтервалів та відношень).

Підсумуємо розглянуту інформацію у вигляді класифікаційних схем.

Номінальні дані.

Наведені статистичні критерії можуть бути застосовані для аналізу даних, виміряних в шкалі найменувань. Який критерій слід обрати, залежить від кількості груп в експериментальному дизайні та характеру цих груп (залежні чи незалежні).

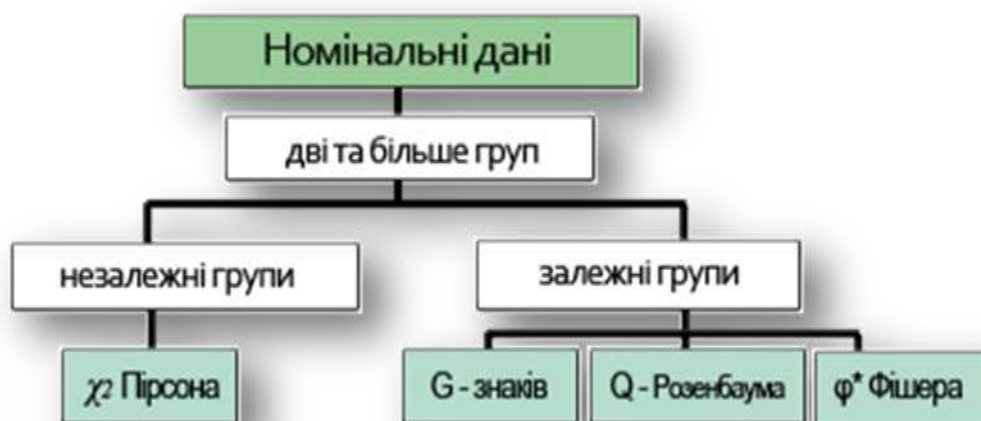


Рис. 2. Статистичні критерії, що застосовуються для аналізу даних, виміряних в шкалі найменувань.

Порядкові дані.

Наведені статистичні критерії можуть бути застосовані для аналізу даних, виміряних в порядковій шкалі. Який критерій слід обрати, залежить від кількості груп в експериментальному дизайні та характеру цих груп (залежні чи незалежні).



Рис. 2. Статистичні критерії, що застосовуються для аналізу даних, виміряних в шкалі порядку.

Дані, виміряні в шкалах інтервалів та відношень.

Наведені статистичні критерії можуть бути застосовані для аналізу даних, виміряних в шкалах інтервалів чи відношень. Який критерій слід обрати, залежить від кількості груп в експериментальному дизайні та характеру цих груп (залежні чи незалежні).



Рис. 2. Статистичні критерії, що застосовуються для аналізу даних, виміряних в шкалах інтервалів та відношень.

Проаналізувавши наведені класифікаційні схеми, спробуйте заповнити наведену нижче таблицю. Під час заповнення таблиці необхідно об'єднати інформацію з трьох наведених класифікаційних схем, та обрати критерій, який можна застосовувати для аналізу статистичної значимості розбіжностей між показниками досліджуваних груп. При цьому необхідно брати до уваги три параметри.

1. **Тип плану** експериментального дослідження. Відомості про тип плану дозволяють визначити *кількість груп* та їх характер (*незалежні чи залежні*).
2. **Спосіб відбору** досліджуваних (неспіввіднесений чи співвіднесений). Дозволяє визначити характер *груп* (*незалежні чи залежні*).
3. **Шкала вимірювання** залежної змінної.

Правила вибору критеріїв статистичної обробки даних для різних експериментальних планів

Тип плану	Формула	Вибір досліджуваних	Статистичні критерії для різних шкал		
			найменувань	порядку	інтервалів
Міжгруповий для 2х рандомізованих груп	$R \times O_1$ $R \ O_2$	Неспіввіднесений	?	?	?
Міжгруповий для 2х корельованих груп	$MV \times O_1$ $MV \ O_2$	Співвіднесений	?	?	?
Міжгруповий для більше 2х рандомізованих груп	$R \ X_1 \ O_1$ $R \ X_2 \ O_2$ $R \ X_3 \ O_3$	Неспіввіднесений	?	?	?
Для 2х груп з попереднім та підсумковим тестуванням	$R \ O_1 \ X \ O_2$ $R \ O_3 \ O_4$	Співвіднесений	?	?	?
План Соломона (для 4х груп)	$R \ O_1 \ X \ O_2$ $R \ O_3 \ O_4$ $R \ X \ O_5$ $R \ O_6 \ O_7$	Співвіднесений Рандомізований	?	?	?



ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ

Аналіз експериментів.

Після того, як Ви вивчили основні правила вибору статистичних критеріїв для перевірки експериментальних гіпотез, спробуйте виконати практичні вправи. Кожна вправа містить короткий опис емпіричного дослідження. Ваше завдання - обрати із запропонованого переліку статистичний критерій, який доцільно застосувати.

Експеримент №1.

Досліджувалась схильність людей передавати гарні чи погані новини за допомогою метода "загублених листів". Було встановлено, що зі 100 листів з "гарними" новинами до адресату дійшло 58, а зі 100 з "поганими" - 21. Дослідника цікавило, чи можна стверджувати, що люди більш схильні передавати "гарні" новини.

Який з наведених статистичних критеріїв Ви б обрали для аналізу даного дослідження?

- t Стюдента для незалежних груп
- U Манна-Уїтні
- χ^2 Пірсона
- ANOVA

Експеримент №2.

В дослідженні вивчався вплив соціально - психологічного тренінгу на ступінь конформності підлітків. Дослідник сформував дві групи. Одна з них брала участь у тренінгу, друга - ні. Кожному з досліджуваних ставилось питання: "Як часто Ваша думка співпадає з думкою однокласників?". Відповідати на питання необхідно було за допомогою 10-бальної шкали. Досліджувані відповідали на питання двічі: «до» та «після» тренінгу. Досліджувані контрольної

групи теж відповідали на питання двічі без проведення тренінгу.

Який з наведених статистичних критеріїв Ви б обрали для аналізу даного дослідження?

- T Вілкоксона
- t Стюдента для незалежних груп
- χ^2 Пірсона
- t Стюдента для залежних груп

Експеримент №3.

В експерименті вивчався вплив самооцінки на швидкість розв'язку інтелектуальних задач. Дослідник за допомогою рандомізації сформував дві групи. Після виконання тесту IQ, досліджуваним однієї групи повідомляли про відмінні результати тесту. Досліджуваним іншої групи говорили, що вони погано впорались із завданням. Після цього учасникам експерименту

пропанували вирішити серію задач. Фіксувалась швидкість розв'язку. Який з наведених статистичних критеріїв Ви б обрали для аналізу даного дослідження?

- Багатофакторний ANOVA
- t Стьюдента для незалежних груп
- G - знаків
- t Стьюдента для залежних груп

Експеримент № 4.

Досліджувався вплив інтервалів між повтореннями вербального матеріалу на продуктивність його наступного відтворення. Інтервал між повтореннями складав: для 1-ї групи - 0 хвилин; для 2-ї групи - 30 хвилин; для 3-ї групи - 60 хвилин. Групи формувалися методом рандомізації.

Який з наведених статистичних критеріїв Ви б обрали для аналізу даного дослідження?

- Багатофакторний ANOVA
- t Стьюдента для залежних груп
- Q - Розенбаума
- Однофакторний ANOVA

Експеримент № 5.

Досліджувався вплив рекламної компанії на вибір респондентами одного з двох товарів. Серед респондентів проводили опитування на предмет надання переваги одному з двох товарів. Опитування проводилось двічі: до рекламної компанії та після. Дослідника цікавило, чи вплинула

реклама на уподобання респондентів.

Який з наведених статистичних критеріїв Ви б обрали для аналізу даного дослідження?

- G - знаків
- t Стьюдента для залежних груп
- H Крускала-Уолліса
- Однофакторний ANOVA

Експеримент № 6.

Клінічний психолог порівнював ефективність двох різних видів психотерапії при лікуванні клаустрофобії. До початку лікування пацієнти клініки з діагнозом "клаустрофобія" були розподілені на дві групи із застосуванням методу корельованих пар. Дослідник відмічав тривалість проміжку часу, на протязі якого досліджувані добровільно могли знаходитися в замкненому просторі. Після проходження курсів терапії (різних

для першої та другої груп) проводились повторні виміри часу добровільного знаходження в замкненому просторі.

За допомогою якого статистичного критерію можна порівняти ефективність двох різних видів лікування?

- Q Розенбаума
- t Стюдента для залежних груп
- t Стюдента для незалежних груп
- T Вілкоксона

Експеримент № 7.

Дослідник зацікавився, чи залежить вибір одного з п'яти політичних кандидатів від статі потенційних виборців. За допомогою рандомізації дослідник сформував групу чоловіків та групу жінок. Досліджуваним ставилось питання: "За якого з п'яти кандидатів Ви б проголосували на виборах?"

За допомогою якого статистичного критерію можна проаналізувати результати цього дослідження?

- Q Розенбаума
- t Стюдента для незалежних груп
- ANOVA
- χ^2 Пірсона

Експеримент № 8

Припустимо, що вивчається вплив на успішність групового вирішення задачі чисельності групи та наявності чи відсутності лідера в групі. Залежна змінна - час вирішення задачі в хвилинах. Було підібрано шість груп: малої (3 досліджуваних), середньої (6 досліджуваних) та великої (12 досліджуваних) чисельності. Три з

цих груп мали лідера, три - не мали.

За допомогою якого статистичного критерію можна проаналізувати результати цього дослідження?

- Q Розенбаума
- Однофакторний ANOVA
- Багатофакторний ANOVA
- U Манна - Уїтні



ТЕСТ

Відповідаючи на питання тесту, оберіть одну відповідь з чотирьох можливих.

1. Психолог вивчав вплив порядку народження на ступінь відповідальності людини. Ступінь відповідальності визначалась за допомогою усередненого показника відповідей на 10 запитань. Під час відповідей на кожне з 10 запитань досліджуваних просили оцінити ступінь своєї згоди за 5-ти бальною шкалою Лікерта. В якій шкалі була виміряна залежна змінна?

- a) номінальній;
- b) порядковій;
- c) інтервальній;
- d) відносин.

2. Дослідження було спрямоване на вивчення впливу недосипання на ефективність навчання. 20 досліджуваних випадковим чином були розподілені на 2 групи. Учасники однієї з них дві доби проводили в лабораторії (при цьому їм не дозволялось спати). Учасники другої групи теж проводили дві доби в лабораторії, але при цьому вони могли поспати, коли забажають. На третій день експерименту всі досліджувані прослухали лекцію і відповіли на 20 запитань за темою лекції. За допомогою якого статистичного критерію доцільно аналізувати результати цього експерименту?

- a) χ^2 Пірсона;
- b) t Стьюдента для незалежних груп;
- c) U Манна-Уїтні;
- d) ANOVA .

3. Якщо незалежна змінна в експерименті виміряна в шкалі найменувань, а залежна змінна – в шкалі інтервалів, який з перелічених статистичних критеріїв слід обрати для аналізу результатів дослідження?

- a) χ^2 Пірсона;
- b) U Манна-Уїтні;
- c) Q – Розенбаума;
- d) t Стьюдента.

4. Якщо незалежна змінна в експерименті виміряна в інтервальній шкалі, а залежна змінна – в порядковій, який з перелічених статистичних критеріїв слід обрати для аналізу результатів дослідження?

- a) χ^2 Пірсона;
- b) U Манна-Уїтні;
- c) t Стьюдента для залежних груп;
- d) t Стьюдента для незалежних груп.

5. В експерименті брали участь три незалежні групи досліджуваних. В якості залежної змінної виступала кількість правильних відповідей на запитання вікторини. Який з перелічених статистичних критеріїв слід обрати для аналізу результатів дослідження?

- a) χ^2 Пірсона;
- b) ANOVA;
- c) G - знаків;
- d) T Вілкоксона.

6. Одна експериментальна і одна контрольна групи були сформовані за допомогою методу корелюючих пар. В якості залежної змінної виступало місце, зайняте досліджуваним у спортивному змаганні. Який з перелічених статистичних критеріїв слід обрати для аналізу результатів дослідження?

- a) MANOVA;
- b) t Стьюдента для залежних груп;
- c) U Манна-Уїтні;
- d) T Вілкоксона.

7. Дослідник виявив статистично значимі розбіжності в показниках наполегливості у досліджуваних експериментальної та контрольної груп. Наполегливість визначалась тривалістю часу, протягом якого досліджувані намагались розв'язати складну головоломку. За допомогою якого методу дослідник зміг встановити розбіжності в групах?

- a) t Стьюдента;
- b) однофакторний ANOVA;
- c) багатфакторний ANOVA;
- d) T Вілкоксона.

8. Сформувавши 4 групи досліджуваних, експериментатор вивчав вплив самооцінки та тривожності на швидкість реакції вибору між двома стимулами. Який з перелічених статистичних критеріїв слід обрати для аналізу результатів дослідження?

- a) однофакторний ANOVA;
- b) багатофакторний ANOVA;
- c) χ^2 Пірсона;
- d) G - знаків.

9. В якості незалежної змінної в експерименті виступав рівень ситуативної тривожності досліджуваних. Залежною змінною було прагнення до афіліації, що вимірювалось у шкалі найменувань. За допомогою якого статистичного критерію доцільно аналізувати результати такого експерименту?

- a) t Стюдента для залежних груп;
- b) однофакторний ANOVA ;
- c) ϕ^* Фішера;
- d) H Крускала – Уолліса.

10. В експериментальному дослідженні брали участь дві співвіднесені (залежні) групи. Залежна змінна вимірювалась у шкалі відношень. За допомогою якого статистичного критерію можна перевірити статистичну гіпотезу?

- a) t Стюдента для залежних груп;
- b) t Стюдента для незалежних груп;
- c) ANOVA;
- d) Q – Розенбаума.

Навчальне видання

Марина Анатоліївна Салюк

Статистична обробка даних
експериментального дослідження
методичний посібник
з курсу «Експериментальна психологія»

За редакцією члена-кореспондента НАПН України,
доктора психол. наук, проф. Носенко Е.Л.