

Непараметричні критерії оцінки вірогідності результатів дослідження і аналізу гіпотез

*Методичні розробки
для викладачів щодо проведення практичного заняття
зі здобувачами вищої освіти 3-х курсів з освітнього компоненту
«Соціальна медицина, громадське здоров'я та наукові методи
дослідження в медицині» (Біостатистика)
за спеціальностями 222 «Медицина» та 228 «Педіатрія»*

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Харківський національний медичний університет

**Непараметричні критерії
оцінки вірогідності
результатів дослідження
і аналізу гіпотез**

*Методичні розробки
для викладачів щодо проведення практичного заняття
зі здобувачами вищої освіти 3-х курсів з освітнього компоненту
«Соціальна медицина, громадське здоров'я та наукові методи
дослідження в медицині» (Біостатистика)
за спеціальностями 222 «Медицина» та 228 «Педіатрія»*

Затверджено
Вченою радою ХНМУ.
Протокол № 15 від 28.11.2024.

**Харків
ХНМУ
2024**

Непараметричні критерії оцінки вірогідності результатів дослідження і аналізу гіпотез : метод. розроб. для викладачів щодо проведення практичного заняття зі здобувачами вищої освіти 3-х курсів з освітнього компоненту «Соціальна медицина, громадське здоров'я та наукові методи дослідження в медицині» (Біостатистика) за спеціальностями 222 «Медицина» та 228 «Педіатрія» / упоряд. В. А. Огнев, К. Г. Помогайбо, Я. В. Журавель. Харків : ХНМУ, 2024. 36 с.

Упорядники В. А. Огнев
 К. Г. Помогайбо
 Я. В. Журавель

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЗАНЯТТЯ

Мета заняття: освоїти методику проведення оцінки достовірності відмінностей отриманих результатів статистичного дослідження з використанням непараметричних критеріїв.

Знати:

Програмні питання:

- обґрунтування випадків використання непараметричних методів оцінки, їх значення, переваги та недоліки;
- поняття незалежних та взаємопов'язаних сукупностей;
- аналіз і оцінка результатів у пов'язаних сукупностях: критерій знаків (G-тест), T-критерій Вілкоксона та ін.;
- перевірка статистичної гіпотези для незалежних вибірок: X-критерій Ван дер Вардена, критерій Колмогорова–Смирнова та ін.;
- критерій Хі-квадрат, його оцінка і практичне застосування, тест Мак-Немара, Q-критерій Кохрена, точний критерій Фішера;
- особливості використання інших непараметричних критеріїв: Манна Уїтні, Крускала–Уолліса.

Вміти:

- обирати відповідний непараметричний критерій для оцінки достовірності різниці результатів статистичного дослідження;
- обчислювати й оцінювати достовірність за критеріями: знаків, Вілкоксона, Ван дер Вардена, Колмогорова–Смирнова, відповідності (χ^2).

Форма заняття: практичне заняття.

Місце проведення заняття: навчальна кімната кафедри.

Методичне забезпечення заняття:

- методична розробка заняття;
- методична література: робочий зошит для здобувачів вищої освіти (базова підготовка);
- презентаційні матеріали;
- тестові завдання;
- лекційний курс.

Алгоритм проведення заняття. Після перевірки присутності здобувачів освіти викладач оголошує тему і мету заняття, пояснює актуальність її вивчення і можливість використання в практичній діяльності.

Використовуючи навчально-методичні матеріали, надані викладачем, здобувачі вищої освіти самостійно вивчають матеріал теми та виконують завдання. Викладач з'ясовує, які питання виникли при підготовці теми, допомагає здобувачам освіти досягти повного розуміння навчального матеріалу. Потім викладач переходить до контролю знань здобувачів вищої освіти за основним теоретичним матеріалом.

Форми проведення контролю: усне опитування здобувачів вищої освіти, бліц-контрольні за варіантами – час на виконання 5–7 хв, письмовий контроль теоретичних знань – індивідуальні завдання або завдання за кількома варіантами, які включають 3–4 теоретичних питання (час на виконання не більше 20 хв), виконання тестових завдань з подальшим розбором відповідей.

Важливою складовою заняття є практична частина теми. Викладач пояснює сутність практичного завдання, алгоритм та вимоги щодо його виконання. Після цього здобувачі вищої освіти отримують індивідуальні або групові варіанти для самостійної роботи. Викладач контролює і координує самостійну роботу здобувачів вищої освіти з виконання практичного завдання. В процесі виконання або після закінчення встановленого часу на виконання самостійної роботи викладач перевіряє виконані завдання, оцінюючи їх.

За необхідності контролю теоретичних знань може проводитись після виконання практичного завдання.

Форми практичних завдань: теоретична або проблемна дискусія, розрахункове завдання, ситуаційне завдання (індивідуальне та групове), ділові ігри, кейси.

Після контролю теоретичних знань і виконання практичних завдань, викладач робить основні висновки з вивченої теми, підбиває підсумки контролю теоретичних знань і засвоєння практичних навичок, а також оголошує здобувачам вищої освіти отримані ними оцінки та домашнє завдання.

План заняття і розрахунок часу у відсотках до тривалості заняття

1	Вступна частина заняття	до 5 %
2	Розгляд основних питань теми і контроль теоретичних знань	65 %
3	Виконання практичного завдання	25 %
4	Підбиття підсумків та оголошення домашнього завдання	до 5 %
	Всього	100 %

Рекомендована література

Базова:

1. Біостатистика : підручник / Т. С. Грузева, В. М. Лехан, В. А. Огнев та ін. ; за заг. ред. Т. С. Грузевої. Вінниця : Нова Книга, 2020. 384 с.

2. Соціальна медицина, громадське здоров'я : навч. посіб. : у 4 т. / за заг. ред. В. А. Огнева. Харків : ХНМУ, 2023. Т. 1. Біологічна статистика. 316 с.

3. Збірник тестових завдань до державних випробувань з гігієни, соціальної медицини, організації та економіки охорони здоров'я / за ред.: В. Ф. Москаленка, В. Г. Бардова, О. П. Яворовського. Вінниця : Нова Книга, 2012. 200 с.

4. Біостатистика / за заг. ред. В. Ф. Москаленка. Київ : Книга плюс, 2009. 184 с.

5. Тестові завдання з соціальної медицини, організації охорони здоров'я та біостатистики : навч. посіб. для студ. мед. ф-тів / за ред. В. А. Огнева. Харків : Майдан, 2005. С. 13–26.

6. Юринець В. Є. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. Львів : Вид-во ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 178 с.

Допоміжна:

1. Посібник із соціальної медицини та організації охорони здоров'я / за ред. Ю. В. Вороненка. Київ : Здоров'я, 2002. 360 с.

2. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я (для поза-аудиторної самостійної підготовки до практичних занять, для ВМНЗ III–IV рівнів акредитації) / за ред. В. В. Руденя. Львів, 2003. 180 с.

3. Basic Biostatistics: Statistics for Public Health Practice / B. Burt Gerstman–Jones and Bartlett Publishers, 2008. 557 p.

4. Biostatistics and Epidemiology: A Primer for Health and Biomedical Professionals/Sylvia Wassertheil-Smoller–Springer Science & Business Media, 2004. 244 p.

I Інформаційні ресурси

1. U.S. National Library of Medicine – Національна медична бібліотека США – <http://www.nlm.nih.gov/>

2. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В. О. Сухомлинського – <http://www.dnpb.gov.ua/>

3. Наукова бібліотека Харківського національного медичного університету – <http://libr.knmu.edu.ua/index.php/biblioteki>

4. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua/>

5. Національна наукова медична бібліотека України – <http://www.library.gov.ua/>

6. Харківська державна наукова бібліотека ім. В. Г. Короленка – <http://korolenko.kharkov.com>

ОСНОВНИЙ ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЗАНЯТТЯ

1. Сутність і застосування непараметричних методів оцінки та аналізу статистичних гіпотез

У статистиці застосування параметричних критеріїв засноване на припущенні того, що кількісні ознаки у статистичній сукупності мають нормальний (симетричний) розподіл. Однак це не завжди так, оскільки багато ознак можуть мати ненормальний (асиметричний) розподіл. Часто доводиться мати справу не лише з кількісними, а і з якісними ознаками, враховуючи ті, що іноді виражаються порядковими номерами, індексами та іншими знаками. У подібних випадках необхідно використовувати непараметричні критерії. Обчислення непараметричних критеріїв не вимагає розрахунку параметрів варіаційного ряду. У зв'язку з цим непараметричні критерії часто називають «критерії, вільні від розподілу».

Статистична оцінка спостережень за допомогою непараметричних критеріїв, як правило, простіша, ніж оцінка параметричними методами, і не вимагає громіздких розрахунків. Водночас незважаючи на простоту розрахунків їх надійність є досить високою, проте за рівнем достовірності вони поступаються параметричним методам дослідження. Непараметричні методи аналізу можна застосовувати і щодо звичайного розподілу, але необхідно пам'ятати, що вони менш потужні порівняно з параметричними методами. Однак цей недолік можна компенсувати збільшенням кількості спостережень.

Таким чином, перевагами непараметричних методів є наступне: критерії не містять жодних припущень щодо розподілу даних, відсутність великих вибірок, шкала вимірювань може бути не лише кількісною, але й якісною (порядковою, альтернативною та ін.).

2. Методи визначення та оцінки непараметричних критеріїв

Одним з найважливіших розділів застосування непараметричних методів є оцінка достовірності різниці досліджуваних явищ. Водночас використовуються методи непараметричних критеріїв, які можна поділити на 2 групи:

- непараметричні критерії оцінки достовірності різниці у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях;
- непараметричні критерії оцінки достовірності різниці у двох незалежних статистичних сукупностях.

Перша група: критерій знаків (G-тест), T-критерій Вілкоксона (Уілкоксона), критерій Мак-Немара, Q-критерій Кохрена, критерій Фрідмана та ін.

Друга група: X-критерій Ван дер Вардена, критерій Колмогорова–Смирнова, критерій Манна-Уїтні, критерій Крускала-Уолліса, критерій Хі-квадрат та ін.

Серед методів розрахунку непараметричних критеріїв оцінки достовірності різниці у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях є такі:

Критерій знаків (G, sing test). Цей критерій використовується в тому випадку, коли порівнювані результати представлені у вигляді знаків, якщо ж ознаки досліджуваних явищ, що аналізуються, представлені в іншій формі, їх необхідно перевести в знакову форму. Критерій знаків використовує лише знаки відмінностей між двома числами (звідси назва). Критерій знаків може застосовуватися як для альтернативних (бінарних) ознак («так» або «ні», один «+» або один «-»), так і інших якісних і кількісних досліджуваних ознак. Методика розрахунку базується на простих висновках: якщо порівнювані значення двох залежних вибірок, які істотно не відрізняються одна від одної, то число плюсових і мінусових різниць виявиться абсолютно однаковим. Якщо ж істотно переважають плюси чи мінуси, це буде вказувати на позитивну або негативну дію досліджуваного фактора, на результативну ознаку. Водночас нульові різниці, тобто ті, що не дали ані позитивного, ані негативного результату, позначаються числом «0» і до розрахунку не включаються. Обмеження критерію знаків: кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 5, але і не більше 300. Якщо значення показника (знака) після втручання змінилися в передбачуваному напрямку (їх більшість), такі зрушення вважають типовими, і навпаки, якщо показник (знак) змінився у зворотному напрямі, то зрушення вважаються атиповими.

Можуть бути «нульові» зрушення, коли зміни не відбулися, залишилися на попередньому рівні. Такі «нульові» зрушення з дослідження виключаються і загальна кількість спостережень зменшується на число таких «нульових» зрушень.

Суть критерію знаків полягає в тому, що він визначає, чи не занадто багато спостерігається «нетипових зрушень». G_{emp} – це кількість нетипових зрушень. У тому випадку, коли величини типових і нетипових зрушень виявляються рівними, критерій знаків не застосовуємо. Оцінку цього критерію проводять за відповідною таблицею, якщо значення G менше або дорівнює табличному, за певної кількості спостережень, то відмінності вважаються достовірними.

Послідовність обчислення критерію знаків: визначається спрямованість зрушень в спостереженнях, що порівнюються; визначається загальна кількість пар в спостереженні (n); підраховується кількість атипових результатів порівняння, що позначаються G ; G -критерій порівнюється з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень (n).

Приклад. Визначити та оцінити критерій знаків (G) за даними, що наведені в *табл. 1*. Всього обстежено 10 осіб. Виявити, чи впливає дієта пацієнтів на масу тіла.

Таблиця 1

Маса тіла пацієнтів до та після дієти

Пацієнти	Маса тіла, кг		Спрямованість змін
	до дієти	після дієти	
1	75	74	–
2	82	82	=
3	76	75	–
4	85	83	–
5	80	78	–
6	87	80	–
7	87	85	–
8	88	90	+
9	90	88	–
10	94	83	–

Розрахунок. Спрямованість змін парних спостережень позначають знаками «+» чи «–» та «=». Варіанти без змін («=») не беруть до уваги в підрахунку загальної кількості спостережень (у нашому прикладі залишається $n = 9$).

Окремо підраховують кількість спостережень з позитивними (1) та негативними (8) результатами. Менша сума і є критерієм знаків G , число $G = 1$.

Розраховуємо кількість ступенів свободи $n = 9 - 1 = 8$. Визначаємо критичне значення G за *табл. 2*, при $n = 8$, воно дорівнює 1. Якщо одержана величина є меншою або дорівнює табличній ($G_{\text{факт}} \leq G_{\text{табл}}$), то різниця є достовірною (істотною). В даному випадку обчислене число G дорівнює табличному. Отже, різниця достовірна, ймовірність похибки менша за 5% ($p < 0,05$).

Таблиця 2

Критичне значення G -критерію знаків при рівнях значущості $p = 0,05$ і $p = 0,01$ та обсязі вибірки (n) (за В. Ю. Урбахом)

	$G_{0,05}$	$G_{0,01}$	$n(n-1)$	$G_{0,05}$	$G_{0,01}$	$n(n-1)$	$G_{0,05}$	$G_{0,01}$
7	1	-	23	7	5	34	11	10
8	1	1	24	7	6	35–36	12	10
9–11	2	1	25	8	6	37–38	13	11
12–14	3	2	26–27	8	7	39	13	12
15–16	4	3	28	9	7	40–41	14	12
17	5	3	29	9	8	42–43	15	13
18–19	5	4	30–31	10	8	44–46	16	14
20	6	4	32	10	9	47–48	17	15
21–22	6	5	33	11	9	49–50	18	16

Висновок. З вірогідністю не менше 95 % можемо стверджувати, що дієта пацієнтів впливає на масу тіла. Приймаємо альтернативну гіпотезу.

Т-критерій Вілкоксона (Wilcoxon T-test). У тому випадку, коли порівнювані вибірки пов'язані попарно деякими загальними умовами і є необхідність встановити не тільки наявність і спрямованість змін, але і ступінь їх інтенсивності, доцільно використовувати Т-критерій Вілкоксона для визначення достовірності відмінностей між парами. Цей критерій є більш потужним, ніж критерій знаків, він належить до рангових. Даний метод враховує не лише спрямованість різниці, але і її інтенсивність. За допомогою Т-критерію Вілкоксона можна порівнювати від 6 до 25 пар спостережень. Для великої кількості пар критичний Т-критерій Вілкоксона визначають за спеціальною формулою. Методика розрахунку Т-критерію Вілкоксона наступна: визначають різницю між порівнюваними парами; ранжують різницю рангів без урахування спрямованості знака (+ або -), а результати без змін виключають з дослідження; визначають суму однозначних рангів (позитивних і негативних); меншу суму незалежно від знака приймають за фактичний Т-критерій Вілкоксона; порівнюють фактичний Т-критерій Вілкоксона з табличним і якщо він, за певної кількості порівнюваних пар, не перевищує критичне (табличне) значення, то необхідно вважати, що відмінності достовірні.

Приклад. Необхідно довести, чи впливає клінічне обстеження на частоту серцевих скорочень у мешканців сільської місцевості. Було проведено дослідження і встановлено, що пульс у 12 пацієнтів до клінічного обстеження склав: 62, 66, 63, 64, 68, 62, 64, 60, 65, 60, 59, 61, а під час клінічного обстеження: 62, 71, 65, 68, 66, 65, 65, 64, 62, 66, 66, 69 відповідно.

Розрахунок. Спочатку визначаємо різницю частоти пульсу до та під час клінічного обстеження, потім проводимо ранжування різниці частоти пульсу без врахування знака. Одне спостереження з різницею рангів «нуль» виключаємо з дослідження, залишається 11 спостережень. Визначаємо суму рангів з урахуванням знаків, менша сума буде Т-критерієм. Зі знаком (+) сума рангів дорівнює 59, а зі знаком (-) – 7; за фактичний Т-критерій Вілкоксона приймаємо меншу суму рангів зі знаком (-) $T = 7$ (табл. 3).

Таблиця 3

Вивчення впливу клінічного обстеження на частоту пульсу у мешканців сільської місцевості

Мешканці	Частота пульсу		Різниця	Ранг різниці	Значення рангів зі знаком (-)	Значення рангів зі знаком (+)
	до клінічного обстеження	під час клінічного обстеження				
1	62	62	0			
2	66	71	+5	8		8
3	63	65	+2	2,5		2,5
4	64	68	+4	6,5		6,5
5	68	66	-2	2,5	2,5	
6	62	65	+3	4,5		4,5
7	64	65	+1	1		1
8	60	64	+4	6,5		6,5

Мешканці	Частота пульсу		Різниця	Ранг різниці	Значення рангів зі знаком (-)	Значення рангів зі знаком (+)
	до клінічного обстеження	під час клінічного обстеження				
9	65	62	-3	4,5	4,5	
10	60	66	+6	9		9
11	59	66	+7	10		10
12	61	69	+8	11		11
					T = 7	T = 59

Визначаємо кількість ступенів свободи $n = 11 - 1 = 10$. Критичне (табличне) значення T-критерію Вілкоксона для взаємопов'язаних сукупностей, при 10 парах спостережень, при значущості 95 %, $T = 10$ (табл. 4).

Таблиця 4

Критичне значення парного T-критерію Вілкоксона при різних рівнях значущості (α) і обсязі вибірки (n) (односторонній критерій)

n (n - 1)	T _{0,05}	T _{0,01}	n (n - 1)	T _{0,05}	T _{0,01}
5	0	-	14	25	16
6	2	0	15	30	19
7	3	0	16	35	23
8	5	1	17	41	28
9	8	3	18	47	33
10	10	5	19	53	38
11	13	7	20	60	42
12	17	10	21	67	50
13	21	12	22	74	56

Продовження табл. 4

Критичне значення парного T-критерію Вілкоксона при різних рівнях значущості (α) і обсязі вибірки (n) (двосторонній критерій)

n (n - 1)	T _{0,05}	T _{0,01}	n (n - 1)	T _{0,05}	T _{0,01}
6	1	-	16	31	21
7	3	-	17	36	24
8	5	1	18	41	29
9	7	3	19	47	33
10	9	4	20	53	39
11	12	6	21	60	44
12	15	8	22	67	50
13	18	11	23	74	56
14	22	14	24	82	62
15	26	17	25	90	69

Примітка: для $n > 25$ критичне значення T-критерію можна визначити за формулою:

$$T_{st} = \frac{n(n+1)}{4} - t \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} \quad (1)$$

де n – число парних спостережень; t (критерій Стьюдента) залежить від прийнятого рівня значущості.

X-критерій Ван дер Вардена (Van der Waerden criteria). Даний непараметричний критерій належить до групи рангових. Його застосовують при порівнянні незалежних вибірок, також він дозволяє порівнювати групи з нерівною кількістю спостережень. X-критерій Ван дер Вардена є більш потужним статистичним критерієм, ніж критерій знаків та критерій Вілкоксона, але, відповідно, він і складніше розраховується.

Методика розрахунку передбачає наступне:

1. Розташуємо варіанти порівняльних груп в один ряд у порядку зростання, для зручності можна у 2 стовпчики (якщо нерівна кількість спостережень в групах, 1-а група (x) повинна бути більше 2-ї (y)).

2. Присвоюємо кожному значенню ряду ранг, потім для кожного значення рангу знаходимо відношення рангів за формулою $R / (N + 1)$, де R – число рангу; N – кількість рангів.

3. За допомогою спеціально розробленої *табл. 5* знаходимо значення функції для кожного значення $\psi [R / (N + 1)]$, де ψ – функція.

Таблиця 5

**Фрагмент таблиці значень функції
 $\psi [R / (N + 1)]$ при визначенні X-критерію Ван дер Вардена**

R / (N + 1)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	∞	-3,09	-2,88	-2,75	-2,65	-2,58	-2,51	-2,46	-2,41	-2,37
0,01	-2,53	-2,29	-2,26	-2,23	-2,20	-2,17	-2,14	-2,12	-2,10	-2,07
0,02	-2,05	-2,03	-2,01	-2,00	-1,98	-1,96	-1,94	-1,93	-1,91	-1,90
0,03	-1,88	-1,87	-1,85	-1,84	-1,83	-1,81	-1,80	-1,79	-1,77	-1,76
...										
0,21	-0,81	-0,80	-0,80	-0,80	-0,79	-0,79	-0,79	-0,78	-0,78	-0,78
0,31	-0,50	-0,49	-0,49	-0,49	-0,48	-0,48	-0,48	-0,47	-0,47	-0,47
0,47	-0,08	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05
0,57	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
0,63	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,36
0,73	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63	0,64	0,64
0,84	0,99	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03
0,89	1,23	1,23	1,24	1,24	1,25	1,25	1,26	1,26	1,27	1,28
...										
0,99	2,33	2,37	2,41	2,46	2,51	2,58	2,65	2,75	2,88	3,09

4. Знаходимо суму функцій, водночас обов'язково враховуємо знаки («+» чи «-»), $X_{\phi} = \sum \psi [R / (N + 1)]$. Менша сума функцій залежно від знаку і є фактичним X-критерієм Ван дер Вардена.

5. Порівнюємо фактичний X-критерій Ван дер Вардена з критичним значенням, і якщо він при певній кількості спостережень дорівнює або більше табличного, то необхідно вважати, що відмінності достовірні з певним ступенем вірогідності (табл. 6).

Таблиця 6

Виписка з таблиці критичних значень X-критерію Ван дер Вардена при різних рівнях значущості (α) і обсязі вибірки (n)

N	$n_1 - n_2 = 0$ або 1		$n_1 - n_2 = 2$ або 3		$n_1 - n_2 = 4$ або 5	
	рівні значущості α , %		рівні значущості α , %		рівні значущості α , %	
	5 %	1 %	5 %	1 %	5 %	1 %
8	2,40	–	2,30	–	–	–
9	2,48	–	2,40	–	–	–
10	2,60	3,20	2,49	3,10	2,30	–
11	2,72	3,40	2,58	3,40	2,40	–
12	2,86	3,60	2,79	3,58	2,68	3,40
13	2,96	3,71	2,99	3,64	2,78	3,50
14	3,11	3,94	3,06	3,88	3,00	3,76
15	3,24	4,07	3,19	4,05	3,06	3,88
16	3,39	4,26	3,36	4,25	3,28	4,12
17	3,49	4,44	3,44	4,37	3,36	4,23
18	3,63	4,60	3,60	4,58	3,53	4,50
19	3,73	4,77	3,69	4,71	3,61	4,62
20	3,86	4,94	3,84	4,92	3,78	4,85
21	3,96	5,10	3,92	5,05	3,85	4,96
22	4,08	5,26	4,06	5,24	4,01	5,17
23	4,18	5,40	4,15	5,36	4,08	5,27
....						
50	6,50	8,51	6,51	8,50	6,48	8,48
P	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01

Приклад. Необхідно визначити ефективність нового методу хірургічного втручання. Аналізуються 2 групи хворих, що були прооперовані різними методами («звичайний метод» – 10 хворих першої групи (x); «новий метод» – 8 хворих другої групи (y)), та їх тривалість перебування у стаціонарі (у днях). Тривалість лікування (дні) для пацієнтів 1-ї групи (x) складала: 11, 12, 13, 15, 17, 18, 20, 24, 26, 29, для пацієнтів 2-ї групи (y): 14, 16, 19, 22, 23, 25, 27, 28 відповідно. Дослідження не пов'язані між собою (табл. 7).

Таблиця 7

**Тривалість лікування пацієнтів
у стаціонарі залежно від методу хірургічного лікування**

Тривалість лікування (в днях)		Ранг	R / (N + 1)	$\psi [R / (N + 1)]$
Прооперовані звичайним методом (x)	Прооперовані новим методом (y)			
11		1	1 / 19 = 0,052	-1,62
12		2	2 / 19 = 0,105	-1,25
13		3	3 / 19 = 0,157	-1,00
	14	4	4 / 19 = 0,210	-0,81
15		5	5 / 19 = 0,263	-0,63
	16	6	6 / 19 = 0,315	-0,48
17		7	7 / 19 = 0,368	-0,34
18		8	8 / 19 = 0,421	-0,20
	19	9	9 / 19 = 0,473	-0,07
20		10	10 / 19 = 0,526	0,07
	22	11	11 / 19 = 0,578	0,20
	23	12	12 / 19 = 0,631	0,33
24		13	13 / 19 = 0,684	0,48
	25	14	14 / 19 = 0,736	0,63
26		15	15 / 19 = 0,789	0,80
	27	16	16 / 19 = 0,842	1,0
	28	17	17 / 19 = 0,894	1,25
29		18	18 / 19 = 0,947	1,62
n₁ = 10	n₂ = 8			$\sum_{10} = 2,07$ $\sum_8 = 2,05$

Відповідно до алгоритму розрахунку присвоюємо кожному значенню ранг, потім для кожного значення рангу знаходимо відношення рангів за формулою. Знаходимо значення функції для кожного значення відношення рангів. Потім знаходимо окремо суму функцій для порівнюваних груп, обов'язково враховуємо знаки («+» чи «-»). Менша сума функцій залежно від знаку і є фактичним X-критерієм Ван дер Вардена.

У наведеному прикладі при порівнянні суми функцій для першої групи (x) (10 пацієнтів) та другої групи (y) (8 пацієнтів) визначаємо меншу суму функцій, що є фактичним X-критерієм Ван дер Вардена, він дорівнює 2,05.

Визначаємо критичне (табличне) значення X-критерію Ван дер Вардена за таблицею. При 18 (8 + 10 = 18) загальних спостереженнях і відмінностях між групами у 2 пацієнтів ($n_1 - n_2 = 10 - 8 = 2$) табличне значення з рівнем значущості $p = 0,05$ дорівнює 3,60.

Висновок. Фактичний X-критерій менше критичного (табличного) X-критерію Ван дер Вардена ($X_{\text{факт}} (2,05) < X_{\text{табл}} (3,60)$), відповідно відмінності в порівнюваних групах недостовірні, що не підтверджує ефективність нового методу хірургічного лікування з вірогідністю не менше 95,0 %. Приймаємо нульову гіпотезу.

Критерій Колмогорова-Смирнова (Kolmogorov-Smirnov Test/Criterion). З непараметричних методів оцінки достовірності різниці у двох незалежних статистичних сукупностях критерій Колмогорова-Смирнова є найбільш потужним.

Згодом критерій Колмогорова-Смирнова був доопрацьований з метою застосування для перевірки сукупностей на нормальність розподілу американським статистиком, професором Університету Д. Вашингтона Хьюбертом Лілліефорсом (Hubert Whitman Lilliefors, 1928–2008). Критерій Колмогорова-Смирнова використовують для перевірки гіпотез, виражених у кількісній шкалі. Для більшої достовірності отриманих даних обсяги розглянутих вибірок повинні бути досить великими: $n_1 \geq 50$, $n_2 \geq 50$. При розмірах оцінюваної сукупності від 25 до 50 елементів доцільне застосування поправки Логіна Миколайовича Большева (1922–1978). Емпіричне значення критерію $\lambda_{емп}$ визначається за допомогою формули:

$$\lambda_{емп} = d_{макс} \times \sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}}. \quad (2)$$

де $d_{макс}$ – найбільша різниця накопичувальних частот; n – кількість спостережень в порівнюваних групах.

Наприклад, при вивченні впливу методів лікування на стан пацієнтів необхідно довести, чи впливає метод лікування на стан пацієнтів. Отримані результати представлені в *табл. 8*.

Таблиця 8

Вплив методів лікування на стан пацієнтів

Стан пацієнтів	Експериментальна група 1-й метод		Контрольна група 2-й метод		Модуль різниці частот $ f_{експ} - f_{контр} $
	Абсолютні числа	Екстенсивний показник	Абсолютні числа	Екстенсивний показник	
Відмінний	172 чол.	0,77	120 чол.	0,59	0,18
Добрий	36 чол.	0,16	49 чол.	0,24	0,08
Задовільний	15 чол.	0,07	36 чол.	0,17	0,1
Всього	223 чол.	1,00	205 чол.	1,00	

Приклад розрахунку екстенсивного показника: для пацієнтів у групі з відмінним станом – $172 : 223 = 0,77$, в контрольній групі – $120 : 205 = 0,59$ та ін.

Серед отриманих модулів різниць відносних частот обираємо найбільший модуль, який позначається $d_{макс}$. У розглянутому прикладі $0,18 > 0,1 > 0,08$, тому $d_{макс} = 0,18$.

Емпіричне значення критерію $\lambda_{емп}$ визначається за формулою:

$$\lambda_{емп} = d_{макс} \times \sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}} = 0,18 \times \sqrt{\frac{223 \times 205}{223 + 205}} = 1,86. \quad (3)$$

Таким чином, емпіричний, фактичний $\lambda_{емп}$ -критерій, дорівнює 1,86, проводимо порівняння з табличними значеннями $\lambda_{емп}$. Якщо фактичний $\lambda_{емп} < 1,22$, то приймається гіпотеза H_0 , якщо $1,22 \leq \lambda_{емп} \leq 1,36$, то може бути прийнята гіпотеза H_1 ($P \leq 0,10$), якщо $1,36 \leq \lambda_{емп} \leq 1,63$, то приймається гіпотеза H_1 ($P \leq 0,05$), якщо $\lambda_{емп} > 1,63$, то приймається гіпотеза H_1 ($P \leq 0,01$).

У нашому прикладі фактичний $\lambda_{емп}$ -критерій дорівнює 1,86, він є більшим за критичне табличне значення 1,63 ($P \leq 0,01$). На основі цього робимо висновок, що методи лікування впливають на стан пацієнтів, оскільки $\lambda_{емп} = 1,86 > 1,63 = \lambda_{кр}$. Отже, нульова гіпотеза відкидається, приймається альтернативна з достовірністю більше, ніж 99 %.

U-критерій Манна-Уїтні (Mann-Whitney U-test). Статистичний критерій, що використовується для оцінки відмінностей між двома незалежними вибірками за рівнем будь-якої ознаки, вимірної кількісно. Критерій має різні назви, серед них: U-критерій Манна-Уїтні (Mann-Whitney U-test); критерій Манна-Уїтні-Вілкоксона (англ. Mann-Whitney-Wilcoxon, MWW); критерій суми рангів Вілкоксона (англ. Wilcoxon rank-sum test); критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні (англ. Wilcoxon-Mann-Whitney test); критерій числа інверсій.

Критерій Манна-Уїтні дозволяє виявляти різницю між малими вибірками, коли n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2$, $n_2 \geq 5$, але в кожній вибірці має бути не більше 60 спостережень.

Критерій U розраховується за такою формулою:

$$U_{емп} = n_1 \times n_2 \frac{n_x(n_x + 1)}{2} - T_x. \quad (4)$$

де T_x – найбільша сума рангів; n_x – найбільша з обсягів вибірок n_1 або n_2 .

Цей метод визначає, чи достатньо малою є зона значень, що перехрещуються між двома рядами. Першим рядом (вибіркою, групою) називається той ряд значень, в якому значення за попередньою оцінкою вище, а другим рядом – той, де вони, ймовірно, нижчі. Чим меншою є область перехрещених значень, тим ймовірніше, що відмінності є достовірними. Іноді ці відмінності називають відмінностями у розташуванні двох вибірок. Емпіричне значення критерію U відображає те, наскільки великою є зона збігу між рядами. Отже, чим меншим є $U_{емп}$, тим ймовірніше, що відмінності достовірні.

Критерій Крускала-Уолліса (Kruskal-Wallis test, Kruskal-Wallis one-way analysis of variance). Важливими умовами застосування класичного однофакторного дисперсійного аналізу є нормальність розподілу залежної змінної та однорідність (гомоскедастичність) дисперсій у всіх порівнюваних групах. У випадках, коли спостерігається суттєве порушення цих умов

і ситуацію не виходить виправити шляхом трансформації вихідних значень аналізованої змінної, рішенням може стати застосування дисперсійного аналізу за Крускалом-Уоллісом.

Критерій Крускала-Уолліса – це непараметрична альтернатива одно-вимірному (міжгруповому) дисперсійному аналізу. Він використовується для порівняння трьох або більше вибірок і перевіряє нульові гіпотези, згідно з якими різні вибірки були взяті з одного і того ж розподілу (незалежна вибірка) або з розподілів з однаковими медіанами.

Інтерпретація критерію Крускала-Уолліса в основному подібна до параметричного одномірного дисперсійного аналізу, за винятком того, що цей критерій заснований швидше на рангах, ніж на середніх. Цікаво, якби виконувався звичайний дисперсійний аналіз на основі рангових номерів вихідних значень змінної, що аналізується, то результат збігся б з результатом тесту Крускала-Уолліса. Звідси використання дисперсійного аналізу в назві методу Крускала-Уолліса. Водночас за наявності 2 порівнюваних груп тест Крускала-Уолліса буде ідентичним тесту Манна-Уїтні. Критерій Крускала-Уолліса є ранговим, тому він інваріантний відносно будь-якого монотонного перетворення шкали вимірювання.

Критерій χ^2 Пірсона (Pearson's chi-squared test) – це непараметричний метод, який дозволяє оцінити значимість відмінностей двох або декількох відносних показників (частот). Критерій χ^2 був розроблений і запропонований в 1900 р. англійським математиком, статистиком, біологом та філософом, засновником математичної статистики та одним з основоположників біометрії Карлом Пірсоном (1857–1936). Критерій χ^2 -квадрат може застосовуватись при аналізі таблиць спряженості, що містять відомості про частоту випадків залежно від наявності фактора ризику (табл. 9).

Таблиця 9

Приклад таблиці спряженості

		Несприятливий результат		Сума
		Так	Ні	
Шкідливий вплив	Так	a	b	$a + b$
	Ні	c	d	$c + d$
Сума		$a + c$	$b + d$	$a + b + c + d$

Де n – число об'єктів дослідження, $n = a + b + c + d$; a – число об'єктів з несприятливим результатом, які піддавалися впливу; b – число об'єктів без несприятливого результату, які піддавалися впливу; c – число об'єктів з несприятливим результатом без впливу; d – число об'єктів без несприятливого результату і без впливу.

Умови застосування даного критерію: зіставлені показники повинні бути виміряні в номінальній шкалі (наприклад, стать пацієнта – чоловіча чи жіноча) або в порядковій (наприклад, ступінь артеріальної гіпертензії, що приймає значення від 0 до 3).

Даний метод дозволяє проводити аналіз не лише чотирипільних таблиць. Критерій Хі-квадрат Пірсона може застосовуватись і в разі аналізу багатопільних таблиць, коли фактор і (або) результат приймають три і більше значень. Зіставлені групи повинні бути незалежними, тобто критерій Хі-квадрат не повинен застосовуватись при порівнянні спостережень «до», «після».

У залежних випадках проводиться тест Мак-Немара (при порівнянні 2 пов'язаних сукупностей) або розраховується Q-критерій Кохрена (в разі порівняння 3 і більше груп).

При аналізі чотирипільних таблиць очікувані значення в кожній з комірок повинні бути не менше 10. У тому випадку, якщо хоча б в одній комірці очікуване явище приймає значення від 5 до 9, критерій Хі-квадрат повинен розраховуватись з поправкою Йейтса. Якщо хоча б в одній комірці очікуване явище менше 5, то для аналізу повинен використовуватись точний критерій Фішера. У разі аналізу багатопільних таблиць очікуване число спостережень не повинно приймати значення менше 5 більш ніж в 20 % осередків.

ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

Практичне завдання 1

Відповідно до номеру свого варіанта за вихідними даними, наведеними в *табл. 10*, необхідно порівняти рівень цукру у пацієнтів до і після відповідної терапії, отримані дані занести в *табл. 11*, визначити критерій знаків G та зробити висновок.

Таблиця 10

Зміни рівня цукру у пацієнтів після відповідної терапії

Номер варіанту (№ з/п)	Період	Рівень цукру									
1	До проведення терапії	11,3	10,8	9,5	9,2	8,7	8,1	7,8	7,3	7,0	6,9
	Після проведення терапії	7,8	10,8	6,9	6,7	7,1	8,1	8,0	6,1	5,0	7,0
2	До проведення терапії	12,3	10,3	9,5	9,2	8,4	8,1	6,7	7,5	7,0	6,8
	Після проведення терапії	8,8	9,7	6,8	7,6	8,6	8,1	7,1	6,2	7,4	7,3
3	До проведення терапії	11,7	8,3	9,7	8,2	9,3	8,7	6,8	7,6	7,1	5,8
	Після проведення терапії	7,4	8,3	6,5	7,4	8,3	8,5	6,4	6,5	7,3	6,3
4	До проведення терапії	9,5	11,7	6,5	8,5	8,1	7,6	9,5	7,6	7,1	5,8
	Після проведення терапії	8,8	9,7	6,5	8,5	8,3	7,8	7,4	7,8	7,4	6,5

**Оцінка достовірності відмінностей рівня цукру
у пацієнтів після відповідної терапії за допомогою критерію знаків (G)
Варіант**

Пацієнти	До проведення терапії	Після проведення терапії	Спрямованість змін
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Розрахунок:

Кількість спостережень з позитивними результатами _____.

Кількість спостережень з негативними результатами _____.

 $G_{\text{факт}} = \text{_____}$. $G_{\text{табл}} = \text{_____}$.**Висновок** _____**Практичне завдання 2**

Відповідно до номеру свого варіанта за вихідними даними, наведеними в *табл. 12*, необхідно порівняти рівень артеріального тиску у хворих на гіпертонічну хворобу до і після лікування, отримані дані занести в *табл. 13*, визначити Т-критерій Вілкоксона та зробити висновок.

Таблиця 12

**Рівень артеріального тиску у хворих
на гіпертонічну хворобу до і після лікування, мм рт. ст.**

Номер варіанту (№ з/п)	Період	Рівень артеріального тиску									
1	До лікування	210	195	185	180	175	170	165	200	155	160
	Після лікування	185	170	165	175	160	155	130	155	165	175
2	До лікування	215	197	188	180	175	171	168	220	153	168
	Після лікування	175	171	156	180	179	164	170	151	168	178
3	До лікування	210	198	174	168	165	165	168	185	159	170
	Після лікування	165	146	175	151	120	156	152	133	161	170
4	До лікування	197	171	168	170	188	200	170	168	214	174
	Після лікування	156	178	168	175	159	165	170	173	144	125

**Оцінка достовірності відмінностей рівня артеріального тиску
у хворих на гіпертонічну хворобу до і після лікування
за допомогою Т-критерію Вілкоксона**

Варіант _____

Хворі	Рівень артеріального тиску		Різниця	Ранг різниці	Значення рангів зі знаком (-)	Значення рангів зі знаком (+)
	До лікування	Після лікування				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Розрахунок:

Сума рангів зі знаком (+) = _____.

Сума рангів зі знаком (-) = _____.

 $T_{\text{факт}} = \text{_____}$. $T_{\text{табл.}} = \text{_____}$.**Висновок** _____**Практичне завдання 3**

Відповідно до номеру свого варіанта за вихідними даними, наведеними в *табл. 14*, необхідно: визначити ефективність нового методу хірургічного втручання шляхом порівняння тривалості перебування в стаціонарі (у днях) 2 груп хворих, які були прооперовані різними методами (1-а група «основна» – 8 хворих, прооперованих новим методом; 2-а група «контроль» – 10 хворих, прооперованих традиційний методом відповідно, дослідження не пов'язані між собою), отримані дані занести в *табл. 15*, розрахувати Х-критерій Ван дер Вардена та зробити висновок.

Розрахунок:

$$\sum \psi [R / (N+1)] (n_1) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\sum \psi [R / (N+1)] (n_2) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$X_{\text{факт}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_1 - n_2 = \underline{\hspace{2cm}} \quad X_{\text{табл}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Висновок _____

Практичне завдання 4

Відповідно до номеру свого варіанту за вихідними даними, наведеними в *табл. 16*, необхідно: вивчити вплив методів лікування шляхом порівняння стану здоров'я пацієнтів у 2 групах (1-а група – пацієнти, які були проліковані 1-м методом; 2-а група – пацієнти, які були проліковані 2-м методом), отримані дані занести в *табл. 16*, розрахувати за формулою емпіричне значення критерію $\lambda_{\text{емп}}$ та зробити висновок.

Таблиця 16

Вплив методів лікування на стан пацієнтів

Номер варіанту (№ з/п)	Стан здоров'я пацієнтів	Кількість пацієнтів				Модуль різниці частот $ f_{\text{експ}} - f_{\text{контр}} $
		Пацієнти, проліковані 1-м методом (1-а група)		Пацієнти, проліковані 2-м методом (2-а група)		
		Абсолютні числа	Екстенсивний показник	Абсолютні числа	Екстенсивний показник	
1	Відмінний	183		130		
	Добрий	46		45		
	Задовільний	16		32		
	Всього	245		207		
2	Відмінний	162		151		
	Добрий	37		31		
	Задовільний	15		24		
	Всього	214		206		
3	Відмінний	173		120		
	Добрий	36		35		
	Задовільний	15		22		
	Всього	224		177		
4	Відмінний	163		121		
	Добрий	39		41		
	Задовільний	12		28		
	Всього	214		190		

Розрахунок:

n – кількість спостережень

$$n_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$d_{\text{макс}}$ – найбільший модуль різниць відносних

$$d_{\text{макс}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$\lambda_{емп}$ за формулою:

$$\lambda_{емп} = d_{макс} \times \sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}}.$$

Якщо фактичний $\lambda_{емп} < 1,22$, то приймається гіпотеза H_0 ; якщо $1,22 \leq \lambda_{емп} \leq 1,36$, то може бути прийнята гіпотеза H_1 ($P \leq 0,10$); якщо $1,36 \leq \lambda_{емп} \leq 1,63$, то приймається гіпотеза H_1 ($P \leq 0,05$); якщо $\lambda_{емп} > 1,63$, то приймається гіпотеза H_1 ($P \leq 0,01$).

Висновок _____

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. При проведенні медико-статистичних досліджень досить часто доводиться аналізувати дані, представлені в напівкількісному, напівякісному або якісному вигляді. Вкажіть, які методи статистичного аналізу треба використовувати у цих випадках.

A. Непараметричні. C. Параметричні. E. Кількісні.
B. Описові. D. Якісні.*

2. Аналіз результатів статистичних досліджень включає оцінку достовірності порівнюваних сукупностей з використанням параметричних і непараметричних критеріїв. Вкажіть, в яких випадках використовують непараметричні критерії.

A. Якщо розподіл ознаки в сукупності не відповідає нормальному або ознаки мають якісні чи напівякісні характеристики.
B. Якщо показник має нормальний розподіл ознаки у сукупності.
C. Якщо сукупність має кількісні характеристики і нормальний розподіл ознаки.
D. Якщо ми вважаємо, що розподіл ознаки у сукупності підпорядковується закону нормального розподілу.
E. Якщо показник у сукупності має кількісну характеристику.*

3. Використання переважної більшості статистичних методів передбачає наявність нормального розподілу варіант в досліджуваних сукупностях, але на практиці трапляються не тільки нормальні, а й ненормальні види розподілу ознак. Вкажіть, які методи оцінки достовірності відмінностей необхідно використовувати в цих випадках.

A. Непараметричні методи.
B. Нормальні методи.
C. Описові методи.
D. Параметричні методи.
E. Методи достовірності результатів статистичного дослідження.*

4. Критерії достовірності різниці залежно від типу розподілу статистичних ознак поділяються на дві групи: параметричні та непараметричні. Вкажіть, що з наведеного нижче не є перевагою непараметричних методів.

*A. Відрізняються більшою потужністю.**

B. Відрізняються більш простою оцінкою.

C. Відсутність потреби у розрахунку параметрів варіаційного ряду.

D. Можливість використання при аналізі як кількісних, так і якісних ознак.

E. Можливість використання при нормальному і при ненормальному розподілі ознак.

5. Одним з найважливіших розділів застосування непараметричних методів є оцінка достовірності різниці досліджуваних явищ: 1) у двох взаємопов'язаних сукупностях; 2) в двох незалежних сукупностях. Вкажіть, які непараметричні критерії можуть бути використані у першому випадку.

*A. T-критерій Вілкоксона.**

D. Критерій Манна-Уїтні.

B. X-критерій Ван дер Вардена.

E. Критерій Крускала-Уолліса.

C. Критерій Колмогорова-Смирнова.

6. При оцінці достовірності відмінностей статистичних величин у двох незалежних статистичних сукупностях приймалася нульова гіпотеза, в основу якої покладено припущення про відсутність різниці між цими групами. Вкажіть, який непараметричний метод використовувався в цьому випадку.

*A. Критерій відповідності (критерій χ^2 Пірсона).**

B. Критерій знаків.

C. Критерій Стьюдента.

D. T-критерій Вілкоксона.

E. Усі відповіді вірні.

7. Непараметричні критерії оцінки достовірності результатів дослідження використовуються в тих випадках, коли необхідно встановити достовірність відмінностей: 1) у двох взаємопов'язаних сукупностях; 2) у двох незалежних сукупностях. Вкажіть, які непараметричні критерії можуть бути використані у другому випадку.

*A. Критерій Колмогорова-Смирнова.**

D. T-критерій Вілкоксона.

B. Критерій Стьюдента.

E. Усі відповіді вірні.

C. Критерій знаків.

8. Одним з найважливіших розділів застосування непараметричних методів є оцінка достовірності різниці досліджуваних явищ: 1) у двох взаємопов'язаних сукупностях; 2) у двох незалежних сукупностях. Вкажіть, які непараметричні критерії можуть бути використані у першому випадку.

*A. Критерій знаків (G-тест).**

D. Критерій Крускала-Уолліса.

B. Критерій Манна-Уїтні.

E. Усі відповіді вірні.

C. X-критерій Ван дер Вардена.

9. Одним з найважливіших розділів застосування непараметричних методів є оцінка достовірності різниці досліджуваних явищ: 1) у двох взаємопов'язаних сукупностях; 2) у двох незалежних сукупностях. Вкажіть, які непараметричні критерії можуть бути використані у другому випадку.

A. X-критерій Ван дер Вардена. D. Q-критерій Кохрена.*

B. Критерій знаків (G-тест). E. Усі відповіді вірні.

C. T-критерій Вілкоксона (Уілкоксона).

10. Для оцінки достовірності відмінностей за результатами, отриманими для однієї групи хворих протягом різних періодів, можуть бути використані деякі непараметричні методи. Вкажіть, як називається метод, заснований на підрахунку тільки числа односпрямованих результатів при парному їх порівнянні.

A. Критерій знаків. D. Критерій відповідності (критерій χ^2 Пірсона).*

B. Усі відповіді вірні. E. Критерій Колмогорова-Смирнова.

C. T-критерій Вілкоксона.

11. Критерій знаків використовується в тому випадку, коли порівнювані результати представлені у вигляді знаків, якщо ж аналізуються ознаки досліджуваних явищ, представлені в іншій формі, їх необхідно перевести в знакову форму. Вкажіть, для аналізу яких ознак може застосовуватись критерій знаків.

A. Альтернативних, якісних, кількісних. D. Кількісних.*

B. Якісних, кількісних.

E. Альтернативних, якісних.

C. Якісних.

12. Критерій знаків використовується в тому випадку, коли порівнювані результати представлені у вигляді знаків, якщо ж аналізуються ознаки досліджуваних явищ, представлені в іншій формі, їх необхідно перевести в знакову форму. Вкажіть, які можливості застосування цього методу.

*A. Урахування лише знаків відмінностей між двома числами.**

B. Урахування як спрямованості різниці, так і її інтенсивності.

C. Можливість використання при порівнянні груп з нерівною кількістю спостережень.

D. Можливість проведення аналізу чотирипільних таблиць.

E. Можливість виявлення різниці між малими вибірками (n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$).

13. Критерій знаків використовується в тому випадку, коли порівнювані результати представлені у вигляді знаків, якщо ж аналізуються ознаки досліджуваних явищ, представлені в іншій формі, їх необхідно перевести в знакову форму. Вкажіть, які є обмеження застосування цього методу.

*A. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 5, але і не більше 300.**

B. Кількість спостережень в обох вимірах має бути: n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$, але не більше 60.

С. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 6, але і не більше 25.

Д. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 50.

Е. Очікувані значення в кожній з комірок повинні бути не менше 10.

14. Критерій знаків використовується для оцінки достовірності різниці у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях та його суть полягає в тому, що він визначає, чи не занадто багато спостерігається «нетипових зрушень». Вкажіть, що являють собою типові зрушення при оцінці результатів.

*А. Якщо значення показника після втручання змінилися в передбачуваному напрямку та їх більшість.**

В. Якщо зміни не відбулися і залишилися на попередньому рівні.

С. Якщо значення показника після втручання змінилися в зворотному напрямку та їх більшість.

Д. Якщо значення показника після втручання змінилися в передбачуваному і зворотному напрямку однаково.

Е. Якщо чітко спостерігається напрям зміни значень показника після втручання

15. Критерій знаків використовується для оцінки достовірності різниці у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях та його суть полягає в тому, що він визначає, чи не занадто багато спостерігається «нетипових зрушень». Вкажіть, що являють собою нетипові зрушення при оцінці результатів.

*А. Якщо значення показника після втручання змінилися у зворотному напрямку та їх більшість.**

В. Якщо значення показника після втручання змінилися в передбачуваному напрямку та їх більшість.

С. Якщо зміни не відбулися і залишилися на попередньому рівні.

Д. Якщо значення показника після втручання змінилися в передбачуваному і зворотному напрямку однаково.

Е. Якщо чітко не спостерігається напрям зміни значень показника після втручання.

16. Критерій знаків використовується для оцінки достовірності різниці у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях та його суть полягає в тому, що він визначає, чи не занадто багато спостерігається «нетипових зрушень». Вкажіть, у яких випадках цей метод не застосовується.

*А. Якщо величини типових і нетипових зрушень виявляються рівними.**

В. Якщо переважають величини типових зрушень.

С. Якщо переважають величини нетипових зрушень.

Д. Якщо чітко не спостерігається напрям зміни значень показника після втручання.

Е. Якщо є інший фактор, який впливає на зміни значень показника.

17. Критерій знаків використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях і передбачає визначення G-критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень. Вкажіть, у яких випадках відмінності вважаються достовірними.

- A. Якщо значення G менше або дорівнює табличному.**
- B. Якщо значення G більше або дорівнює табличному.*
- C. Якщо значення G дорівнює табличному.*
- D. Якщо значення G менше або дорівнює табличному при $n \geq 30$.*
- E. Якщо значення G менше або дорівнює табличному при $n < 30$.*

18. Критерій знаків використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях і передбачає визначення G-критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень. Вкажіть, якій величині дорівнює $G_{\text{факт}}$.

- A. Меншій сумі кількості спостережень з певним знаком.**
- B. Меншій сумі рангів з певним знаком.*
- C. Меншій сумі функцій залежно від знаку.*
- D. Емпіричному значенню, яке визначається за допомогою формули.*
- E. Значенню критерію Стьюдента за таблицею при певній кількості спостережень*

19. Критерій знаків використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях і передбачає визначення G-критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень. Вкажіть, яка послідовність обчислення критерію знаків.

- A. Визначення спрямованості зрушень у спостереженнях; визначення загальної кількості пар; підрахування кількості атипових результатів (G); порівняння G -критерію з табличним критичним значенням.**
- B. Визначення загальної кількості пар; визначення спрямованості зрушень в спостереженнях; підрахування кількості атипових результатів (G); порівняння G -критерію з табличним критичним значенням.*
- C. Визначення спрямованості зрушень в спостереженнях; підрахування кількості атипових результатів (G); визначення загальної кількості пар; порівняння G -критерію з табличним критичним значенням.*
- D. Підрахування кількості атипових результатів (G); порівняння G -критерію з табличним критичним значенням; визначення спрямованості зрушень в спостереженнях; визначення загальної кількості пар.*
- E. Підрахування кількості атипових результатів (G); порівняння G -критерію з табличним критичним значенням; визначення загальної кількості пар; визначення спрямованості зрушень в спостереженнях*

20. В результаті проведеної оцінки достовірності відмінностей швидкості осідання еритроцитів у 1-й і 10-й день періоду лікування за допомогою непараметричного критерію знаків встановлено, що при кількості спостережень, що дорівнює 9, критерій $Z = 1$, а табличне значення $Z_{0,05} = 2$. Оцініть отриманий результат.

*A. Різниця швидкості осідання еритроцитів у 1-й і 10-й день лікування достовірна.**

B. Різниця швидкості осідання еритроцитів у 1-й і 10-й день лікування недостовірна.

C. Неможливо зробити висновок на основі цих даних.

D. Необхідно додатково обчислити критерій Вілкоксона.

E. Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова.

21. В результаті проведеної оцінки достовірності відмінностей швидкості осідання еритроцитів у 1-й і 10-й день періоду лікування за допомогою непараметричного критерію знаків встановлено, що при кількості спостережень, що дорівнює 9, критерій $Z = 3$, а табличне значення $Z_{0,05} = 2$. Оцініть отриманий результат.

*A. Різниця швидкості осідання еритроцитів у 1-й і 10-й день лікування недостовірна.**

B. Різниця швидкості осідання еритроцитів у 1-й і 10-й день лікування достовірна.

C. Неможливо зробити висновок на основі цих даних.

D. Необхідно додатково обчислити критерій Вілкоксона.

E. Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова

22. Для оцінки достовірності відмінностей за результатами, отриманими для однієї групи хворих протягом різних періодів, можуть бути використані деякі непараметричні методи. Вкажіть, як називається метод, заснований на підрахунку не тільки числа односпрямованих результатів при парному їх порівнянні, але і їх величин.

*A. T-критерій Вілкоксона.**

D. Критерій знаків.

B. Усі відповіді вірні.

E. Критерій Колмогорова-Смирнова.

C. Критерій відповідності.

23. T-критерій Вілкоксона використовується у тому випадку, коли порівнювані вибірки пов'язані попарно деякими загальними умовами. Вкажіть, які можливості застосування цього методу.

*A. Врахування як спрямованості різниці, так і її інтенсивності.**

B. Врахування лише знаків відмінностей між двома числами.

C. Можливість використання при порівнянні груп з нерівною кількістю спостережень.

D. Можливість проведення аналізу чотиріпільних таблиць.

E. Можливість виявлення різниці між малими вибірками (n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$).

24. Т-критерій Вілкоксона використовується у тому випадку, коли порівнювані вибірки пов'язані попарно деякими загальними умовами. Вкажіть, які є обмеження застосування цього методу.

*А. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 6, але і не більше 25.**

В. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 5, але і не більше 300.

С. Кількість спостережень в обох вимірах має бути: n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$, але не більше 60.

Д. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 50.

Е. Очікувані значення в кожній з комірок повинні бути не менше 10.

25. Т-критерій Вілкоксона використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях і передбачає визначення Т-критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень. Вкажіть, яка послідовність обчислення критерію знаків.

*А. Визначення різниці між порівнюваними парами; ранжування різниці рангів; визначення суми однозначних рангів (позитивних і негативних); визначення фактичного Т-критерію Вілкоксона; порівняння фактичного Т-критерій Вілкоксона з табличним.**

В. Ранжування різниці рангів; визначення різниці між порівнюваними парами; визначення суми однозначних рангів (позитивних і негативних); визначення фактичного Т-критерію Вілкоксона; порівняння фактичного Т-критерій Вілкоксона з табличним.

С. Визначення фактичного Т-критерію Вілкоксона; визначення різниці між порівнюваними парами; ранжування різниці рангів; визначення суми однозначних рангів (позитивних і негативних); порівняння фактичного Т-критерій Вілкоксона з табличним.

Д. Визначення різниці між порівнюваними парами; визначення суми однозначних рангів (позитивних і негативних); ранжування різниці рангів; визначення фактичного Т-критерію Вілкоксона; порівняння фактичного Т-критерій Вілкоксона з табличним.

Е. Визначення суми однозначних рангів (позитивних і негативних); ранжування різниці рангів; визначення різниці між порівнюваними парами; визначення фактичного Т-критерію Вілкоксона; порівняння фактичного Т-критерій Вілкоксона з табличним.

26. Т-критерій Вілкоксона використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях і передбачає визначення Т-критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень. Вкажіть, якій величині дорівнює $T_{\text{факт}}$.

*А. Меншій сумі рангів з певним знаком.**

В. Меншій сумі кількості спостережень з певним знаком.

С. Меншій сумі функцій залежно від знаку.

- D. Емпіричному значенню, яке визначається за допомогою формули.*
E. Значенню критерію Стьюдента за таблицею при певній кількості спостережень.

27. Т-критерій Вілкоксона використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох взаємопов'язаних статистичних сукупностях і передбачає визначення Т-критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень. Вкажіть, у яких випадках відмінності вважаються достовірними.

- A. Якщо значення Т-критерію менше або дорівнює табличному.**
B. Якщо значення Т-критерію більше або дорівнює табличному.
C. Якщо значення Т-критерію дорівнює табличному.
D. Якщо значення Т-критерію менше або дорівнює табличному при $n \geq 30$.
E. Якщо значення Т-критерію менше або дорівнює табличному при $n < 30$.

28. За допомогою Т-критерію Вілкоксона можна порівнювати від 6 до 25 пар спостережень. Вкажіть, як треба визначати критичний Т-критерій Вілкоксона для великої кількості пар ($n > 25$).

- A. За спеціальною формулою, де враховуються число парних спостережень і критерій Стьюдента.**
B. За спеціальною формулою, де враховуються суми однозначних рангів (позитивних і негативних).
C. За спеціальною формулою, де враховуються найбільша різниця накопичувальних частот і кількість спостережень в порівнюваних групах.
D. За спеціальною формулою, де враховуються різниці між порівнюваними парами.
E. За таблицею Стьюдента при $n \geq 30$.

29. При статистичній оцінці достовірності різниці рівня артеріального тиску до і після лікування за допомогою непараметричного Т-критерію Вілкоксона було встановлено, що отриманий критерій $T = 5$, а табличне значення ($T_{0,05}$) при $n = 9$ дорівнювало 7. Оцініть отриманий результат.

- A. Різниця рівня артеріального тиску до і після лікування достовірна.**
B. Різниця рівня артеріального тиску до і після лікування недостовірна.
C. Неможливо зробити висновок на основі цих даних.
D. Необхідно додатково обчислити «критерій знаків».
E. Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова.

30. При статистичній оцінці достовірності різниці рівня артеріального тиску до і після лікування за допомогою непараметричного Т-критерію Вілкоксона було встановлено, що отриманий критерій $T = 8$, а табличне значення ($T_{0,05}$) при $n = 9$ дорівнювало 7. Оцініть отриманий результат.

- A. Різниця рівня артеріального тиску до і після лікування недостовірна.**
B. Різниця рівня артеріального тиску до і після лікування достовірна.
C. Неможливо зробити висновок на основі цих даних.
D. Необхідно додатково обчислити «критерій знаків».
E. Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова.

31. Непараметричний критерій Ван дер Вардена належить до групи рангових критеріїв, який застосовують при порівнянні незалежних вибірок. Вкажіть, які можливості застосування цього методу.

*A. Можливість використання при порівнянні груп з нерівною кількістю спостережень.**

B. Урахування лише знаків відмінностей між двома числами.

C. Урахування як спрямованості різниці, так і її інтенсивності.

D. Можливість проведення аналізу чотирипільних таблиць.

E. Можливість виявлення різниці між малими вибірками (n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$).

32. Непараметричний критерій Ван дер Вардена використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох незалежних статистичних сукупностях і передбачає визначення фактичного X -критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень.

Вкажіть, якій величині дорівнює $X_{\text{факт}}$.

*A. Меншій сумі функцій залежно від знаку.**

B. Меншій сумі рангів з певним знаком.

C. Меншій сумі кількості спостережень з певним знаком.

D. Емпіричному значенню, яке визначається за допомогою формули.

E. Значенню критерію Стьюдента за таблицею при певній кількості спостережень.

33. Непараметричні методи – це кількісні методи статистичної обробки даних, які можуть застосовуються як при нормальному, так і при ненормальному розподілі досліджуваної ознаки. Вкажіть, який з наведених нижче непараметричних методів найбільш потужний.

*A. Колмогорова-Смирнова.**

D. Критерій Стьюдента.

B. Критерій знаків.

E. Критерій Ван дер Вардена.

C. Критерій Вілкоксона.

34. Непараметричні методи – це кількісні методи статистичної обробки даних, які можуть застосовуються як при нормальному так і при ненормальному розподілі досліджуваної ознаки. Вкажіть, які з наведених нижче непараметричних методів відносяться до рангових.

*A. Критерій Ван дер Вардена і критерій Вілкоксона.**

B. Критерій знаків і критерій Вілкоксона.

C. Критерій Стьюдента і критерій Крускала-Уолліса.

D. Критерій Колмогорова-Смирнова і U -критерій Манна-Уїтні.

E. Критерій χ^2 Пірсона і критерій Стьюдента.

35. Непараметричний критерій Ван дер Вардена належить до групи рангових, який застосовують при порівнянні незалежних вибірок. Вкажіть, що передбачає методика розрахунку цього критерію.

*A. Визначення значення функції для кожного значення $\psi [R / (N + 1)]$.**

B. Визначення значення функції для кожного значення $\psi [R / N]$.

C. Визначення значення функції за спеціальною формулою, де враховуються число парних спостережень і критерій Стьюдента.

D. Визначення значення функції для кожного значення $\psi / (N + 1)$.

E. Визначення достовірності критерію за таблицею Стьюдента.

36. Непараметричний критерій Ван дер Вардена використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох незалежних статистичних сукупностях і передбачає визначення фактичного X -критерію та його порівняння з табличним критичним значенням за певної кількості спостережень. Вкажіть, у яких випадках відмінності вважаються достовірними.

*A. Якщо значення фактичного X -критерію більше або дорівнює табличному.**

B. Якщо значення фактичного X -критерію менше або дорівнює табличному.

C. Якщо значення фактичного X -критерію дорівнює табличному.

D. Якщо значення фактичного X -критерію більше або дорівнює табличному при $n \geq 30$.

E. Якщо значення фактичного X -критерію більше або дорівнює табличному при $n < 30$.

37. При статистичній оцінці достовірності різниці тривалості лікування (в днях) у 2 групах хворих, пролікованих різними лікарськими препаратами, за допомогою непараметричного X -критерію Ван дер Вардена було встановлено, що отриманий критерій $X_{\text{факт}} = 3,75$, а табличне значення ($X_{\text{табл},0,05}$) = 3,84, при $N = 20$, якщо $n_1 - n_2 = 2$. Оцініть отриманий результат.

*A. Різниця тривалості лікування (в днях) у 2 групах хворих, пролікованих різними лікарськими препаратами, недостовірна.**

B. Різниця тривалості лікування (в днях) у 2 групах хворих, пролікованих різними лікарськими препаратами, достовірна з імовірністю 95,5 %.

C. Різниця тривалості лікування (в днях) у 2 групах хворих, пролікованих різними лікарськими препаратами, достовірна з імовірністю 99,0 %.

D. Різниця тривалості лікування (в днях) у 2 групах хворих, пролікованих різними лікарськими препаратами, достовірна з імовірністю 99,9 %.

E. Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова.

38. Критерій Колмогорова-Смирнова використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох незалежних статистичних сукупностях і передбачає визначення емпіричного значення критерію $\lambda_{\text{емп}}$. Вкажіть, як треба визначати значення критерію $\lambda_{\text{емп}}$.

*A. За спеціальною формулою, де враховуються найбільша різниця накопичувальних частот і кількість спостережень в порівнюваних групах.**

B. За спеціальною формулою, де враховуються число парних спостережень і критерій Стьюдента.

C. За спеціальною формулою, де враховуються найбільша сума рангів і кількість спостережень в порівнюваних групах.

D. За спеціальною формулою, де враховуються суми однозначних рангів (позитивних і негативних).

E. За спеціальною формулою, де враховується значення функції.

39. Критерій Колмогорова-Смирнова використовується для оцінки достовірності різниці (відмінностей) у двох незалежних статистичних сукупностях і передбачає визначення емпіричного значення критерію $\lambda_{емп}$. Вкажіть, які є обмеження застосування цього методу.

*A. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 50.**

B. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 5, але і не більше 300.

C. Кількість спостережень в обох вимірах має бути: n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$, але не більше 60.

D. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 6, але і не більше 25.

E. Очікувані значення в кожній з комірок повинні бути не менше 10.

40. U-критерій Манна-Уїтні – це статистичний критерій, що використовується для оцінки відмінностей між двома незалежними вибірками. Вкажіть, для аналізу яких ознак може застосовуватись U-критерій Манна-Уїтні.

*A. Кількісних.**

D. Альтернативних, якісних, кількісних.

B. Якісних, кількісних.

E. Альтернативних, якісних.

41. U-критерій Манна-Уїтні – це статистичний критерій, що використовується для оцінки відмінностей між двома незалежними вибірками. Вкажіть, які є обмеження застосування цього методу.

*A. Кількість спостережень в обох вимірах має бути: n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$, але не більше 60.**

B. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 5, але і не більше 300.

C. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 50.

D. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 6, але і не більше 25.

E. Очікувані значення в кожній з комірок повинні бути не менше 10.

42. U-критерій Манна-Уїтні – це статистичний критерій, що використовується для оцінки відмінностей між двома незалежними вибірками і передбачає розрахунок емпіричного значення критерію $U_{емп}$. Вкажіть, як треба визначати цей критерій.

*A. За спеціальною формулою, де враховуються найбільша сума рангів і кількість спостережень в порівнюваних групах.**

B. За спеціальною формулою, де враховуються число парних спостережень і критерій Стьюдента

C. За спеціальною формулою, де враховуються найбільша різниця накопичувальних частот і кількість спостережень в порівнюваних групах.

D. За спеціальною формулою, де враховуються суми однозначних рангів (позитивних і негативних).

E. За спеціальною формулою, де враховується значення функції.

43. U-критерій Манна-Уїтні – це статистичний критерій, що використовується для оцінки відмінностей між двома незалежними вибірками і передбачає розрахунок емпіричного значення критерію $U_{емп}$. Вкажіть, як треба визначати ймовірність цього критерію?

- A. Чим меншим є $U_{емп}$, тим ймовірніше, що відмінності достовірні.**
- B. Якщо значення $U_{емп}$ менше або дорівнює табличному, то відмінності достовірні.*
- C. Якщо значення $U_{емп}$ дорівнює табличному, то відмінності достовірні.*
- D. Якщо значення $U_{емп}$ більше або дорівнює табличному, то відмінності достовірні.*
- E. Чим більшим є $U_{емп}$, тим ймовірніше, що відмінності достовірні.*

44. Критерій Крускала-Уолліса – це непараметрична альтернатива одновимірному дисперсійному аналізу. Вкажіть, у яких випадках треба застосовувати дисперсійний аналіз за Крускалом-Уоллісом?

- A. Асоціюється суттєве порушення нормальності розподілу залежної змінної та однорідності дисперсій.**
- B. При нормальному розподілі залежної змінної та однорідності дисперсій.*
- C. При аналізі чотирипільних і багатопільних таблиць.*
- D. При парному порівнянні односпрямованих результатів.*
- E. При парному порівнянні не тільки односпрямованих результатів, але і їх величин.*

45. Критерій χ^2 Пірсона – це непараметричний метод, який дозволяє оцінити значимість відмінностей двох або декількох відносних показників (частот). Вкажіть, у яких випадках може застосовуватися цей метод.

- A. При аналізі чотирипільних і багатопільних таблиць.**
- B. Якщо спостерігається суттєве порушення нормальності розподілу залежної змінної та однорідності дисперсій.*
- C. При нормальному розподілі залежної змінної та однорідності дисперсій.*
- D. При парному порівнянні односпрямованих результатів.*
- E. При парному порівнянні не тільки односпрямованих результатів, але і їх величин.*

46. Критерій χ^2 Пірсона – це непараметричний метод, який дозволяє оцінити значимість відмінностей двох або декількох відносних показників (частот). Вкажіть, які є умови застосовування цього методу.

- A. Зіставлені групи повинні бути незалежними.**
- B. Однакова кількість спостережень у групах.*
- C. Нормальність розподілу залежної змінної.*
- D. Зіставлені групи повинні бути залежними.*
- E. Порівняння тільки односпрямованих результатів.*

47. Критерій χ^2 Пірсона – це непараметричний метод, який дозволяє оцінити значимість відмінностей двох або декількох відносних показників (частот) у незалежних групах. Вкажіть, який метод треба застосовувати, якщо необхідно провести аналіз залежних груп?

*A. Тест Мак-Немара або Q-критерій Кохрена.**

B. Дисперсійний аналіз за Крускалом-Уоллісом.

C. Визначення критерію Стьюдента за таблицею.

D. Хі-квадрат з поправкою Йейтса або точний критерій Фішера.

E. Розрахунок емпіричного значення критерію $U_{емп}$.

48. Критерій χ^2 Пірсона – це непараметричний метод, який дозволяє оцінити значимість відмінностей двох або декількох відносних показників (частот). Вкажіть, які є обмеження застосування цього методу при аналізі чотири-пільних таблиць.

*A. Очікувані значення в кожній з комірок повинні бути не менше 10.**

B. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 6, але і не більше 25.

C. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 5, але і не більше 300.

D. Кількість спостережень в обох вимірах має бути: n_1 та $n_2 \geq 3$ або $n_1=2, n_2 \geq 5$, але не більше 60.

E. Кількість спостережень в обох вимірах має бути не менше ніж 50.

49. Критерій χ^2 Пірсона – це непараметричний метод, який треба застосовується при аналізі чотирипільних таблиць, якщо очікувані значення в кожній з комірок не менше 10. Вкажіть, який метод треба використовувати у тому випадку, якщо хоча б в одній комірці очікуване явище дорівнює 5–9 або менше 5.

*A. Хі-квадрат з поправкою Йейтса або точний критерій Фішера**

B. Тест Мак-Немара або Q-критерій Кохрена.

C. Дисперсійний аналіз за Крускалом-Уоллісом.

D. Визначення критерію Стьюдента за таблицею при $n < 30$.

E. Розрахунок емпіричного значення критерію $U_{емп}$.

50. В поліклініці необхідно оцінити ефективність різних методів специфічної профілактики грипу. Проведений медико-статистичний аналіз виявив, що критерій відповідності (χ^2) при кількості ступенів свободи $n'=2$ дорівнює $\chi^2 = 6,99$, а табличне значення $\chi_{0,05}^2 = 5,991$. Оцініть отриманий результат.

*A. На ефективність специфічної профілактики грипу суттєво впливає метод її проведення**

B. Неможливо зробити висновок на основі цих даних.

C. Необхідно додатково обчислити критерій Колмогорова-Смирнова.

D. Необхідно додатково обчислити T-критерій Вілкоксона.

E. На ефективність неспецифічної профілактики грипу не впливає метод її проведення.

51. Проведено оцінку достовірності відмінностей збільшення маси тіла новонароджених хлопчиків при різних методах вигодовування (протягом 4 міс після народження) за допомогою непараметричного критерію Колмогорова-Смирнова. Було визначено, що при кількості спостережень, що дорівнює 6, критерій $\lambda^2 = 1,95$, а табличне значення $\lambda_{0,05}^2 = 1,84$. Оцініть отриманий результат.

- A. Збільшення маси тіла новонароджених хлопчиків достовірно залежить від методу вигодовування.**
- B. Неможливо зробити висновок на основі цих даних.*
- C. Необхідно додатково обчислити «критерій знаків».*
- D. Необхідно додатково обчислити T-критерій Вілкоксона.*
- E. Збільшення маси тіла новонароджених хлопчиків достовірно не залежить від методу вигодовування*

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. В яких випадках доцільно застосовувати непараметричні методи статистичної обробки матеріалу?
2. Які переваги мають параметричні методи?
3. Дайте характеристику незалежних і взаємопов'язаних явищ в статистичних сукупностях.
4. Назвіть непараметричні критерії, які використовуються для оцінки достовірності різниці взаємопов'язаних результатів статистичного дослідження.
5. Назвіть непараметричні критерії, які використовуються для оцінки достовірності різниці незв'язаних результатів статистичного дослідження.
6. Охарактеризуйте методику застосування критерію знаків.
7. Визначте переваги використання T-критерію Вілкоксона (Уїлкоксона), і методику його розрахунку.
8. У чому полягає сутність застосування X-критерію Ван дер Вардена і методику його розрахунку?
9. Опишіть основні етапи розрахунку критерію Колмогорова-Смирнова.
10. Наведіть специфіку застосування U-критерію Манна-Уїтні.
11. Назвіть, в яких випадках використовується критерій Крускала-Уолліса.
12. Розкрийте особливості застосування критерію X^2 Пірсона.

ЗМІСТ

Методика проведення заняття.....	3
Основний теоретичний матеріал для підготовки до заняття.....	6
1. Сутність і застосування непараметричних методів оцінки та аналізу статистичних гіпотез.....	6
2. Методи визначення та оцінки непараметричних критеріїв.....	6
Практичні завдання.....	17
Тестові завдання.....	22
Контрольні питання.....	35

Навчальне видання

Непараметричні критерії оцінки вірогідності результатів дослідження і аналізу гіпотез

*Методичні розробки
для викладачів щодо проведення практичного заняття
зі здобувачами вищої освіти 3-х курсів з освітнього компоненту
«Соціальна медицина, громадське здоров'я та наукові методи
дослідження в медицині» (Біостатистика)
за спеціальностями 222 «Медицина» та 228 «Педіатрія»*

Упорядники: Огнев Віктор Андрійович
Помогайбо Катерина Георгіївна
Журавель Яна Вікторівна

Відповідальний за випуск В. А. Огнев



Редактор М. В. Тарасенко
Коректор М. В. Тарасенко
Комп'ютерна верстка О. Ю. Лавриненко

Формат А5. Ум. друк. арк.2,3. Зам. № 24-34435.

**Редакційно-видавничий відділ
ХНМУ, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022
izdatknmurio@gmail.com, vid.redact@knmu.edu.ua**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавництв, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції серії ДК № 3242 від 18.07.2008 р.