

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 12

Тема: *Перевірка гіпотез про значущість відмінностей дисперсій у MS Excel*

Мета: навчитися використовувати пакет статистичного аналізу MS Excel для перевірки статистичних гіпотез.

Постановка завдання

В одному з досліджень учням давалися звичайні арифметичні задачі, а потім одній випадково вибраній половині учнів повідомлялося, що вони не пройшли випробування, а іншим – зворотне. Пізніше у кожного учня запитували, скільки секунд йому знадобилося б для вирішення нового завдання. Експериментатор обчислював різницю між очікуваним часом розв'язання задачі (у сек.), яке називав учень, і результатами раніше виконаного завдання.

Гіпотеза полягає в тому, що перевіряється на рівні значущості 0,05 дисперсія сукупності учнівських оцінок постійна незалежно від того, чи повідомлялося учням про погані результати випробування чи ні. Результати експерименту наведені в таблиці 12.1. Групі 1 повідомлялося про позитивний результат, групі 2 – про невдачу. У кожній групі було по 12 учнів.

Таблиця 12.1

Результати експерименту

Різниця між очікуваним і реальним часом розв'язання задачі, сек.	
Група 1	Група 2
8	40
9	10
10	30
11	20
7	38
6	22
5	30
9	30
12	45
15	26

9	25
6	25

Хід роботи:

1. Ввести початкові дані згідно з таблицею 12.1.
2. Для кожного стовпця даних вчислити дисперсію за допомогою функції ДИСП. Подивитися, чи рівні вийшли дисперсії в двох групах.
3. Запустити пакет аналізу: меню «Дані», «Аналіз даних», «Двохвибірковий F- тест для дисперсій» (див. рис. 12.1).



Рис. 12.1. Вікно «Двохвибірковий F- тест для дисперсій»

4. Прочитати довідку і записати її в зошит.
5. У вікні «Двохвибірковий F- тест» задати необхідні параметри.
6. Виписати таблицю з отриманими результатами (рис. 12.2).

Двохвибірковий F-тест для дисперсій		
	<i>Група 1</i>	<i>Група 2</i>
Середнє	8,916666667	28,4166667
Дисперсія	8,083333333	89,9015152
Спостереження	12	12
df	11	11
F	0,089913205	
P(F<=f) одностороннє	0,000191037	
F критичне одностороннє	0,35487036	

Рис. 12.2. Результати розрахунку двухвибіркового F- тесту з різними дисперсіями

7. Зробити висновок про підтвердження або спростування гіпотези про рівність дисперсій. (Вказівка: оскільки значення F статистики 0,089 менше нижнього критичного значення 0,354, тобто потрапляє в критичну область, то гіпотеза про рівність дисперсій двох груп даних відхиляється на рівні значущості 0.05)

8. Зберегти таблицю в особистій теці.

Вимоги до звіту

Звіт про роботу має містити:

- постановку завдання, початкові дані, опис двохвибіркового F- тесту, результати;
- висновки про істинність або хибність гіпотези;
- файл з результатами.

Контрольні запитання

1. Наведіть приклади відомих вам параметричних і непараметричних статистичних критеріїв.
2. Сформулюйте нульову і альтернативну гіпотезу для завдання з цієї лабораторної роботи.
3. Які види статистичних критеріїв реалізовані в Excel?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 13

Тема: *Перевірка гіпотез про рівність середніх двох незалежних вибірок в Excel та SPSS*

Мета: навчитися робити перевірку гіпотез про рівність середніх двох незалежних вибірок з допомогою Excel та SPSS, вміти інтерпретувати результати.

Постановка завдання

50 студентів університету були випадково розподілені по двох групах. 25

студентів вивчали курс аналізу даних за традиційною методикою ВЗО, інші 25 – дистанційно. У кінці експерименту був проведений тест на засвоєння знань. Результати його наведені в таблиці 13.1. Чи свідчать результати тесту про відмінність у методиці викладання теми?

Таблиця 13.1

Тест в групі 1	Тест в групі 2
6	6
7	7
5	5
7	7
7	7
8	8
8	4
6	6
6	6
8	8
8	8
15	12
8	4
10	4
10	10
13	5
4	4
4	3
8	8
9	3
8	8
8,25	3
4	3
6	3
8	8

Нульова гіпотеза: Середні бали за результатами тесту в двох групах не відрізняються.

Розв'язання за допомогою Excel

1. Завантажити Excel. Ввести початкові дані згідно з таблицею 13.1.
2. Для кожного стовпця даних обчислити середнє і дисперсію допомогою функцій **СРЗНАЧ** і **ДИСП**. Подивитися чи рівні вийшли дисперсії.
3. Запустити пакет аналізу: меню **«Дані»**, **«Аналіз даних»**, **«Двохвибірковий тест з різними дисперсіями»**.
Прочитати в ньому довідку і записати її в зошит.
4. У вікні **«Двохвибірковий тест...»** задати необхідні параметри: інтервал змінної 1 – дані першої групи, інтервал змінної 2 – дані другої групи, гіпотетична різниця середніх – 0, рівень значущості – 0,05. Натиснути кнопку **OK**.
5. Виписати таблицю з отриманими результатами (див. рис. 13.1)

Двохвибірковий t-тест з різними дисперсіями		
	Група 1	Група 2
Середнє	7,65	6
Дисперсія	6,5	5,916666667
Спостереження	25	25
Гіпотетична різниця середніх	0	
df	48	
t-статистика	2,341269661	
P(T<=t) одностороннє	0,011709109	
t критичне одностороннє	1,677224196	
P(T<=t) двохстороннє	0,023418217	
t критичне двохстороннє	2,010634758	

Рис. 13.1. Таблиця з результатами

6. Порівняйте емпіричне значення t-критерію Стюдента (t-статистику) з критичним двостороннім.
7. Зробити висновок про прийняття або відкидання нульової гіпотези (якщо емпіричне значення більше за критичне, то нульова гіпотеза відкидається).

8. Зберегти таблицю в особистій теці.

Розв'язання за допомогою SPSS

Перевірка гіпотези за допомогою SPSS для Windows містить наступні кроки:

1. Задання двох змінних: залежній змінній **ball** (бал по тесту), незалежною змінною – фактора **group** (група) з градаціями: «1 - перша», «2 - друга»).

2. Введення початкових даних – всього 50 респондентів (представлення даних в SPSS відрізняється від представлення в електронних таблицях) і наводиться на рис. 13.2.

The image shows the SPSS data entry interface. At the top, there is a table defining variables:

Variable	Type	Scale	Min	Max	Label	Values	Measure
1	ball	Числова	2	0	бал по тесту	Нет Нет	По право... Количеств...
2	group	Числова	1	0	група	{1, перша} Нет	По право... Номинальн...

Below this is a data grid with 27 rows and 3 columns:

	ball	group
1	6	1
2	7	1
3	5	1
4	7	1
5	7	1
6	8	1
7	8	1
8	6	1
9	6	1
10	8	1
11	8	1
12	15	1
13	8	1
14	10	1
15	10	1
16	13	1
17	4	1
18	4	1
19	8	1
20	9	1
21	8	1
22	8	1
23	4	1
24	6	1
25	8	1
26	6	2
27	7	2

Рис. 13.2. Представлення початкових даних в SPSS для Windows

3. Вибір меню *Analyze* (Аналіз), *Compare means* (Порівняння середніх),

Independent-Samples T Test (T-критерій для незалежних вибірок)

4. Перенесення змінної **бал по тесту** у список тестованих змінних, а змінну **група** - у групуючу змінну(див. рис. 13.3)

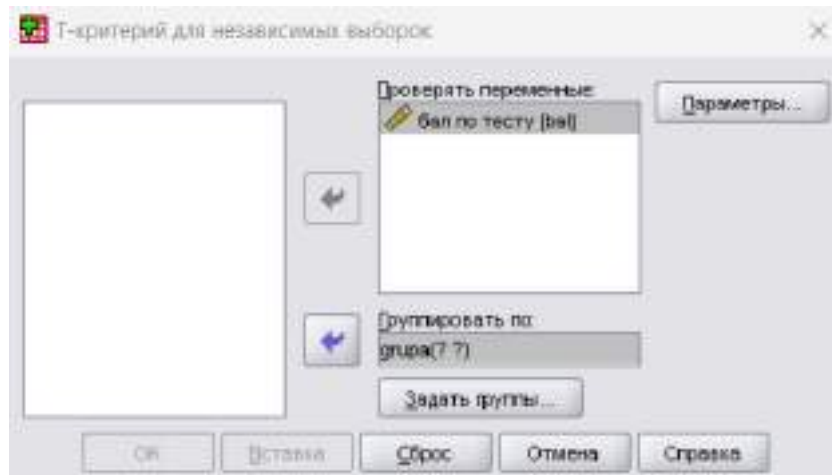


Рис. 13.3. Діалогове вікно *T-критерій для незалежних вибірок*

Натисканням на кнопки «**Задати групи**» задається кодування, яке показано на рис. 13.4.

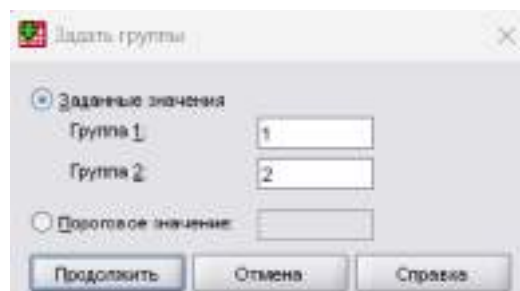


Рис. 13.4. Діалогове вікно «*Задати групи*»

5. Перегляньте результати у вікні виведення (рис. 13.5).

T-критерий

Групповые статистики

група	N	Среднее	Стд. отклонение	Стд. ошибка среднего
бал по тесту перша	25	7,65	2,550	,510
друга	25	6,00	2,432	,486

Критерій для незалежних вибірок										
		Критерій рівності дисперсій Лівня		Критерій рівності середніх					95% довірительний інтервал різниці середніх	
		F	Знач.	t	df	Значимість (2-стороння)	Різниця середніх	Стд. помилка різниці	Нижня границя	Верхня границя
Вип. по тесту	Предполагается равенство дисперсий	,291	,812	2,341	48	,023	1,850	,795	,233	3,067
	Равенство дисперсий не предполагается			2,341	47,894	,023	1,850	,795	,233	3,067

Рис. 14.5. Результати порівняння середніх двох незалежних вибірок

Для нашого прикладу значення критерію Стьюдента t -емпіричне = 2,341 і значущість $p = 0,023$. Нульова гіпотеза відхиляється, якщо значущість менше 0,05.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 14

Тема: Перевірка гіпотез про рівність середніх двох залежних вибірок в Excel та SPSS

Мета: навчитися робити перевірку гіпотез про рівність середніх двох залежних вибірок в Excel і SPSS, вміти інтерпретувати результати.

Постановка завдання

Визначте за даними наступної таблиці, чи значущо відрізняються середні процентних доль працюючих університетів у 2020 і 2024 роках у 19 містах України.

Таблиця 14.1.

Відсоток працюючих університетів у 2020 і 2024 роках у 19 містах України

Місто	2020	2024
Київ	0,42	0,45
Харків	0,5	0,5
Одеса	0,52	0,52
Дніпро	0,45	0,45

Запоріжжя	0,43	0,46
Львів	0,55	0,55
Миколаїв	0,45	0,6
Вінниця	0,34	0,49
Херсон	0,45	0,35
Полтава	0,54	0,55
Чернігів	0,42	0,52
Черкаси	0,51	0,53
Житомир	0,49	0,57
Суми	0,54	0,53
Хмельницький	0,5	0,59
Чернівці	0,58	0,64
Рівне	0,49	0,5
Кропивницький	0,56	0,57
Тернопіль	0,63	0,64

Нульова гіпотеза: Середні процентних доль працюючих університетів у 2020 і 2024 роках у 19 містах України значущо не відрізняються.

Альтернативна гіпотеза: Середні процентних доль працюючих університетів у 2020 і 2024 роках у 19 містах України значущо відрізняються.

Розв'язання задачі за допомогою електронних таблиць Excel

1. Завантажити Excel. Ввести початкові дані згідно з таблицею 14.1.
2. Для кожного стовпця даних обчислити середнє і дисперсію допомогою функцій **СРЗНАЧ** і **ДИСП**.
3. Запустити пакет аналізу: меню *«Дані»*, *«Аналіз даних»*, *«Парний двохвибірковий t - тест для середніх»*.

Прочитати в ньому довідку і записати її в зошит.

4. У вікні *«Парний двохвибірковий t – тест...»* задати необхідні

параметри: інтервал змінної 1, інтервал змінної 2, гіпотетична різниця середніх - 0, рівень значущості 0.05. Натиснути кнопку ОК (див. рис. 14.1).

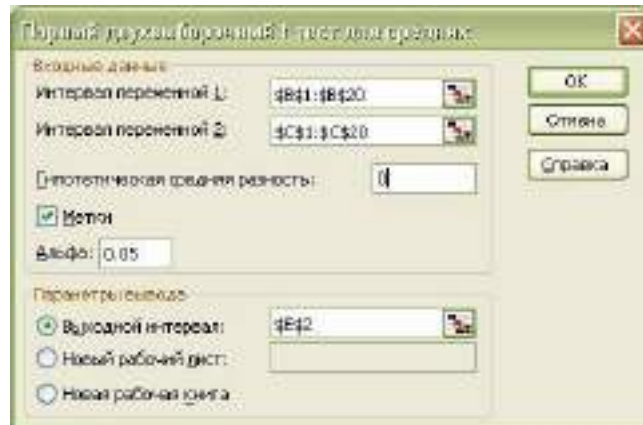


Рис. 14.1. Вікно «Парний двохвибірковий t - тест для середніх»

5. Виписати таблицю з отриманими результатами (див. таблицю 14.2).

Таблиця 14.2.

Результати парного двохвибіркового t- тесту для середніх

Парний двохвибірковий t- тест для середніх		
	2020	2024
Середнє	0,493157895	0,52684211
Дисперсія	0,004622807	0,0050117
Спостереження	19	19
Кореляція Пірсона	0,630073428	
Гіпотетична різниця середніх		0
df		18
t- статистика	-2,457703816	
P(T<=t) одностороннє	0,012176299	
t критичне одностороннє	1,734063607	
P(T<=t) двостороннє	0,024352598	
t критичне двостороннє	2,10092204	

6. Порівняти емпіричне значення t-статистики Стьюдента з критичним (двостороннім). Зробити висновок про прийняття або відкидання нульової

гіпотези.

7. Зберегти таблицю в особистій теці.

Розв'язання за допомогою SPSS

1. Опишіть три змінні, як показано на рис. 14.2, заповніть даними таблиці 14.1 і збережіть у файлі Лаб_14.sav.

	Имя	Тип	Ширина	Дробная...	Метка	Значения	Пропуски	Столбцы	Выравнивание	Шкала
1	misto	Текстовая	12	0	місто	Нет	Нет	10	По левом...	Номинальная
2	v2020	Числовая	3	2	2020	Нет	Нет	8	По право...	Количество...
3	v2024	Числовая	3	2	2024	Нет	Нет	8	По право...	Количество...

	misto	v2020	v2024	пер
1	Київ	0,42	0,45	
2	Харків	0,50	0,50	
3	Одеса	0,52	0,52	
4	Дніпро	0,45	0,45	
5	Запоріжжя	0,43	0,46	
6	Львів	0,55	0,55	
7	Миколаїв	0,45	0,60	
8	Вінниця	0,34	0,49	
9	Херсон	0,45	0,35	
10	Полтава	0,54	0,55	
11	Чернігів	0,42	0,52	
12	Черкаси	0,51	0,53	
13	Житомир	0,49	0,57	
14	Суми	0,54	0,53	
15	Хмельницький	0,50	0,59	
16	Чернівці	0,58	0,64	
17	Рівне	0,49	0,50	
18	Кропивницький	0,56	0,57	
19	Тернопіль	0,63	0,64	
20				

Рис. 14.2. Зміст вкладки «Змінні» і «Дані» для завдання про процентну долю працюючих університетів

2. Виберіть в меню *Analyze, Compare means (Порівняння середніх), Paired Samples T - Test (Т-критерій для парних вибірок)*.

3. У полі тестованих змінних потрібно виділити дві необхідні змінні і цю пару перенести в поле для парних змінних. У нашому прикладі такими змінними є v2020 і v2024 (рис. 14.3.)

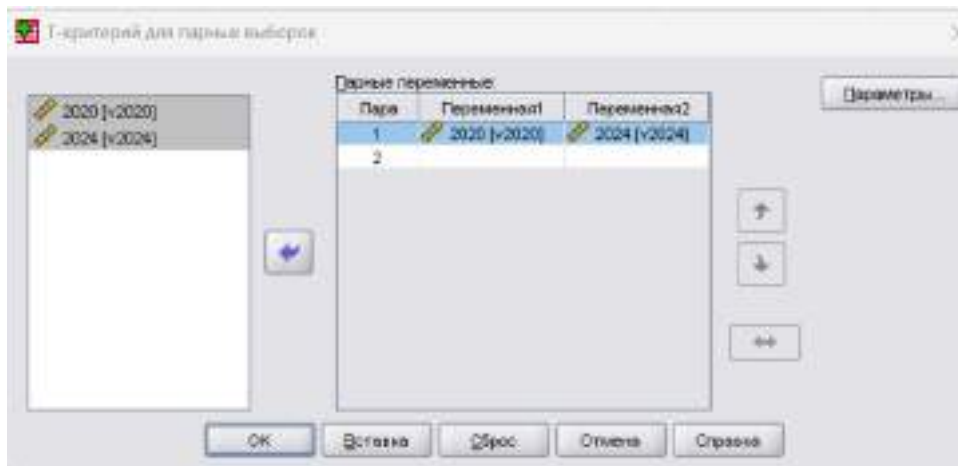


Рис. 14.3. Діалогове вікно «Т-критерій для парних вибірок»

4. Запустіть тест на виконання натисненням клавіші ОК. У вікні перегляду з'являться результати розрахунку (див. рис. 14.4).

➤ **Т-критерій**

Статистика парних вибірок

	Середнє	N	Стд. відхилення	Стд. помилка середнього
Пара 1 2020	,4932	19	,06799	,01560
2024	,5288	19	,07079	,01624

Кореляція парних вибірок

	N	Кореляція	Знач.
Пара 1 2020 & 2024	19	,630	,004

Критерій парних вибірок

	Парні різниці					t	df	Значимість (2-стороння)
	Середнє	Стд. відхилення	Стд. помилка середнього	95% довірительний інтервал різниці середнє				
				Нижня границя	Верня границя			
Пара 1 2020 - 2024	-,03568	,05974	,01371	-,06248	-,00489	-2,458	18	,024

Рис. 14.4. Результати розрахунків парного двохвибіркового тесту для середніх

Зверніть увагу на емпіричне значення статистики Стьюдента - 2,458 і її значущість - 0,024. Нульова гіпотеза відкидається при значущості $p < 0,05$.

Отримана в наведеному прикладі величина $p = 0,024$ свідчить про значущу різницю в середніх.

Завдання для самостійного розв'язання

1. За результатами моніторингу навчання було вирішено проаналізувати,

чи дійсно зміна платформ для навчання вплинула на скорочення терміну здачі заборгованості виконаних завдань. У таблиці 14.3 наведені дані про тривалість здачі заборгованості (у днях) навчаючись з допомогою платформи Google Class та Moodle.

Згідно завдання 1 – перевірте гіпотезу про рівність середніх двох залежних вибірок у **Excel** та **SPSS**.

Таблиця 14.3.

Початкові дані

Тип платформи для навчання	Тривалість здачі заборгованості (дні)									
	Google Class	39	42	28	35	38	30	30	29	36
Moodle	28	31	29	30	24	37	27	22	33	31

2. Майерс у 1976 р. провів цікавий експеримент по перевірці ефективності індивідуального і групового тестування. Випробовувані однієї групи перевіряли програму з 63 операторів, призначену для обробки рядків, індивідуально, причому використали набір тестів, складених після вивчення специфікації програми. Вони не мали в розпорядженні лістингу програми. Випробовувані другої групи мали у розпорядженні ті ж кошти плюс лістинг. Випробовувані третьої групи були розбиті на бригади з трьох чоловік, і від них вимагалось тестувати програми вручну методом перевірки коду. Результати експерименту наведені в таблиці 14.4.

Таблиця 14.4.

Результати експерименту по тестуванню програм

Характеристика	Індивідуальний перегляд + специфікація + термінал	Індивідуальний перегляд + специфікація + термінал + лістинг	Груповий перегляд + специфікації + лістинг
----------------	---	---	--

Середнє число знайдених помилок	4,5	5,4	5,7
Дисперсія	4,8	5,5	3,0
Мінімальне число помилок	1	2	3
Максимальне число помилок	7	9	9
Витрати на помилку, люд.-хв	37	29	75

– Визначте за критерієм Стюдента чи значущо відрізняються середнє число знайдених помилок у цих трьох групах, якщо в кожній з груп було по 25 випробовуваних.

– Визначте, чи значущо відрізняються дисперсії і середні витрати на помилку трьох груп?

Вказівка. При порівнянні середніх двох незалежних вибірок емпіричне значення критерію Стюдента обчислюється за формулою:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}, \text{ де}$$

X1	Середнє першої вибірки
X2	Середнє другої вибірки
S1	Стандартне відхилення першої вибірки
S2	Стандартне відхилення другої вибірки
n1	Об'єм першої вибірки
n2	Об'єм другої вибірки

і порівнюється з критичним $t_{1 - (\alpha / 2) ; n_1 + n_2 - 2}$.

Якщо емпіричне значення перевищує критичне, то нульова гіпотеза про рівність середніх двох вибірок відкидається на рівні значущості α .

Вимоги до звіту

Звіт про роботу має містити:

- постановку завдання,
- початкові дані,
- файли з результатами,
- висновки про істинність або хибність гіпотези.

Контрольні запитання

1. Назвіть види статистичних гіпотез. Наведіть приклади. Сформулюйте нульову і альтернативну гіпотезу для завдання.
2. Охарактеризуйте поняття «Статистичний критерій». У чому полягає відмінність між параметричними і непараметричними критеріями?
3. Які види статистичних критеріїв реалізовані в Excel? Як вони здійснюються?
4. Як здійснюється перевірка гіпотез про рівність середніх для двох незалежних груп за допомогою SPSS?
5. Поясніть, що виводиться в таблицях «Статистика груп» і «Тест для незалежних вибірок» у вікні виведення?
6. Порівняйте з результатами, отриманими в Excel.
7. Які групи вважаються залежними або парними?
8. Як здійснюється перевірка гіпотез про рівність середніх для двох залежних груп за допомогою SPSS? Яке емпіричне значення критерію Стьюдента? Які межі довірчого інтервалу для різниці середніх? Чи потрапляє туди критичне значення?
9. Дайте змістовну інтерпретацію результатам.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 15

Тема: *Однофакторний дисперсійний аналіз у Microsoft Excel та SPSS для Windows*

Мета: навчитися використовувати пакет статистичного аналізу електронних таблиць Excel і можливості SPSS для Windows для однофакторного дисперсійного аналізу.

Теоретичні відомості

Дисперсійний аналіз - це один з методів аналізу мінливості ознаки під впливом контрольованих чинників. Автором фундаментальної концепції дисперсійного аналізу є Р.Фішер.

В англomовній літературі терміну «дисперсійний аналіз» відповідає аббревіатура **ANOVA (Analysis of Variance** - аналіз варіативної/дисперсії).

Для того, щоб грамотно здійснити дисперсійний аналіз, явище, що вивчається, треба представити як систему змінних, серед яких слід виділити гіпотетично (імовірно) незалежну змінну (або контрольований чинник) і гіпотетично залежну змінну (ознака). Незалежна змінна (контрольований чинник) імовірно є причиною варіативної залежної змінної, тобто залежна змінна імовірно змінюється під впливом незалежної змінної (контрольованого чинника). Така модель – це досить грубе спрощення реальності (оскільки на залежну змінну найчастіше впливають і інші чинники, які невідомі дослідникові або вивчення впливу яких не входить в плани дослідника. В останньому випадку вплив таких чинників намагаються або усунути або урівноважити в усіх вибірках), але статистичні методи, зокрема, дисперсійний аналіз, дозволяють нехтувати цим спрощенням і отримати статистично достовірний результат аналізу мінливості залежної змінної під впливом контрольованого чинника.

Метою дисперсійного аналізу є перевірка значущості відмінності між середніми за допомогою порівняння (тобто аналізу) дисперсій. А саме – розділення загальної дисперсії на декілька джерел, дозволяє порівняти

дисперсію, викликану відмінністю між групами, з дисперсією, викликану внутрішньогруповою мінливістю.

Суть дисперсійного аналізу полягає в тому, що із загальної варіативної ознаки вичленяють три види варіативної:

- 1) варіативна, обумовлена дією кожного з досліджуваних чинників;
- 2) варіативна, обумовлена взаємодією досліджуваних чинників;
- 3) випадкова варіативна, обумовлена діями інших чинників (невдомих чинників або відомих чинників, вплив яких не входить в завдання дослідження).

Варіативна, обумовлена дією досліджуваних чинників і їх взаємодією, співвідноситься з випадковою варіативною. Показником цього співвідношення є F-критерій Фішера.

$F_{emp.A} = (\text{Варіативна, обумовлена чинником } A) / (\text{Випадкова варіативна})$

$F_{emp.y} = (\text{Варіативна, обумовлена чинником } B) /$
 $(\text{Випадкова варіативна})$

$F_{emp.AB} = (\text{Варіативна, обумовлена взаємодією чинників } A \text{ і } B) /$
 $(\text{Випадкова варіативна})$

Чим більшою мірою варіативна ознака обумовлена досліджуваними чинниками або їх взаємодією, тим вище емпіричні значення F-критерію Фішера.

Нульова гіпотеза в дисперсійному аналізі: середні величини досліджуваної ознаки при усіх градаціях досліджуваного чинника однакові. Наприклад: середня тривалість перебування студентів на занятті (досліджувана ознака) однакова у разі, якщо в аудиторії звучить тиха інтонація викладача (гучність - передбачуваний чинник, який впливає на тривалість перебування студентів на занятті), а «тиха», «середня» і «гучна» - градації цього чинника.

Альтернативна гіпотеза: Середня тривалість перебування студентів на занятті розрізняється залежно від гучності голосу викладача.

При істинності нульової гіпотези (про рівність середніх в декількох групах спостережень, вибраних з генеральної сукупності), оцінка дисперсії,

пов'язаної з внутрішньогруповою мінливістю, має бути близькою до оцінки міжгрупової дисперсії.

Метод дисперсійного аналізу стає незамінним тоді, коли ми досліджуємо одночасну дію двох або більше чинників, оскільки він дозволяє виявити взаємодію чинників в їх впливі на одну і ту ж ознаку.

Існує декілька видів дисперсійного аналізу. Необхідний варіант вибирається з урахуванням числа чинників і наявних вибірок з генеральної сукупності.

Однофакторний дисперсійний аналіз слугує для аналізу дисперсії за даними двох або декількох вибірок. При аналізі перевіряється нульова гіпотеза про те, що кожен приклад витягнутий з одного і того ж базового розподілу вірогідності. Альтернативна гіпотеза: базові розподіли вірогідності в усіх вибірках різні. Якщо є всього дві вибірки, застосовують функцію ТТЕСТ. Для більше, ніж двох вибірок не існує узагальнення функції ТТЕСТ, і замість цього можна скористатися моделлю однофакторного дисперсійного аналізу.

Двохфакторний дисперсійний аналіз з повтореннями застосовується, якщо дані можна систематизувати за двома параметрами. Наприклад, в дослідженні, спрямованому на пошук кращих засобів для підвищення якості навчання, студентам пропонувалися три різні програми (А, В і С) і дві форми навчання – регулярні заняття офлайн і заняття онлайн. Таким чином, для кожної з 6 можливих пар умов {програма, форма навчання} є набір спостережень за підвищенням якості навчання. За допомогою двухфакторного дисперсійного аналізу з повтореннями можна перевірити наступні гіпотези:

1. Чи витягнуті дані про підвищення якості навчання для різних програм з однієї генеральної сукупності незалежно від форми навчання.

2. Чи витягнуті дані про підвищення якості навчання для різних форм навчання з однієї генеральної сукупності незалежно від типу програми.

3. Чи витягнуті 6 вибірок, значень, що представляють усі пари {програма, форма навчання}, що використовуються для оцінки впливів різних типів програм (крок 1) і форми навчання (крок 2), з однієї генеральної

сукупності. Альтернативна гіпотеза припускає, що вплив конкретних пар {програма, форма навчання} перевищує вплив окремо програми і окремо форми навчання.

Двохфакторний дисперсійний аналіз без повторення корисний при класифікації даних за двома вимірами, як і двухфакторний дисперсійний аналіз з повторенням. Проте при цьому аналізі передбачається тільки одне спостереження для кожної пари. При цьому аналізі можна додавати перевірки в кроки 1 і 2 двухфакторні дисперсійні аналізи з повтореннями, але недостатньо даних для додавання перевірок у крок 3.

Дисперсійний аналіз дозволяє констатувати зміну ознаки, але при цьому не вказує напряму цих змін. Щоб отримати наочне уявлення про напрям змін, необхідно спеціально графічно представляти отримані дані по градації чинника.

Постановка завдання

Декан факультету хоче встановити, чи значущо відрізняється якість навчання в групах студентів залежно від рівня використовуваної профорієнтації. Результати навчання представлені в таблиці 15.1.

Таблиця 15.1

Результати навчання залежно від рівня профорієнтації

	А	В	С	Д
1	Номер тижня	Рівень профорієнтації високий	Рівень профорієнтації середній	Рівень профорієнтації низький
2	1	8	7	4
3	2	7	8	5
4	3	9	5	3
5	4	5	4	6
6	5	6	6	2
7	6	8	7	4
8	Середнє значення			

Нульова гіпотеза:

Відмінності в якості навчання груп студентів із різним рівнем профорієнтації, є не більше вираженими, ніж випадкові відмінності усередині кожної групи (Іншими словами: середні якості навчання в кожній з трьох груп не відрізняються).

Розв'язання за допомогою електронних таблиць Excel

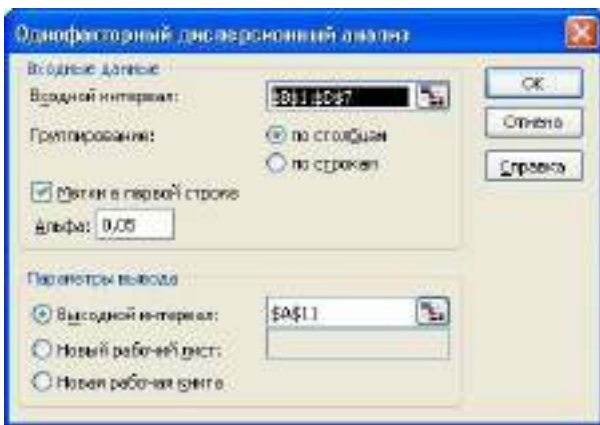
1. Завантажити Excel.
2. Ввести дані. Розрахувати середні значення якості навчання для кожної групи студентів.
3. Побудувати графік для порівняння середніх трьох видів профорієнтації (див. рис. 15.1).



Рис. 15.1. Графік для порівняння середніх

4. Вибрати меню *Дані, Дата аналіз, Однофакторний ДА*.
5. У вікні «*Однофакторний дисперсійний аналіз*» (рис. 15.2) задати необхідні параметри.
6. У вікні результатів порівняти *F критичне* і *F емпіричне* (див. рис. 15.3).

Якщо *F критичне* < *F емпіричного*, нульова гіпотеза відкидається.



або

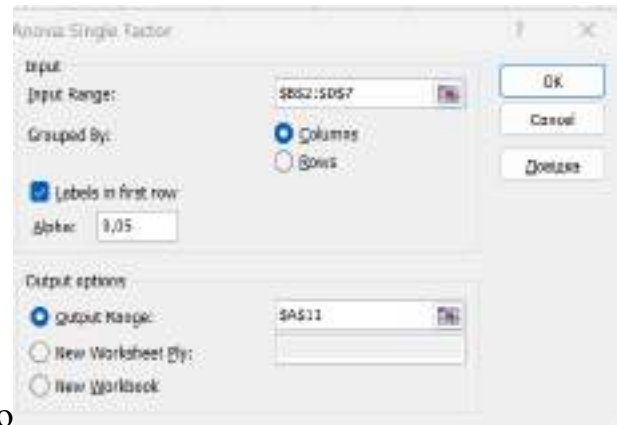


Рис. 15.2. Вікно «Однофакторний дисперсійний аналіз»

Однофакторний дисперсійний аналіз						
ПДСУМКИ						
Групи	Рахунок	Сума	Середнє	Дисперсія		
Рівень профорієнтації високий	6	43	7,17	2,17		
Рівень профорієнтації середній	6	37	6,17	2,17		
Рівень профорієнтації низький	6	24	4	2		
Дисперсійний аналіз						
Джерело варіації	SS	df	MS	F	P-Значення	F критичне
Між групами	31,44444444	2	15,72222222	7,44736842	0,00567184	3,6823
Усередні груп	31,66666667	15	2,111111111			
Разом	63,11111111	17				

Рис. 15.3. Вікно результатів

Розв'язання задачі в SPSS

1. Задати дві змінні: *Результати навчання* – залежна змінна, *Рівень профорієнтації* – незалежна змінна (з градаціями: 1 - низький, 2 - середній, 3 – високий).

2. Ввести початкові дані (представлення даних в SPSS відрізняється від представлення в електронних таблицях і наводиться в таблиці 15.2).

Представлення початкових даних у SPSS для Windows

Рівень профорієнтації	Результати навчання
високий	8
високий	7
високий	9
високий	5
високий	6
високий	8
середній	7
середній	8
середній	5
середній	4
середній	6
середній	7
низький	4
низький	5
низький	3
низький	6
низький	2
низький	4

3. Вибрати меню *Analyze, General Linear Model (Общая линейная модель), Univariate (Одномерная)*. Перенести змінну *Результати навчання* у список залежних змінних, змінну *Рівень профорієнтації* – у список незалежних змінних (див. рис. 15.4).

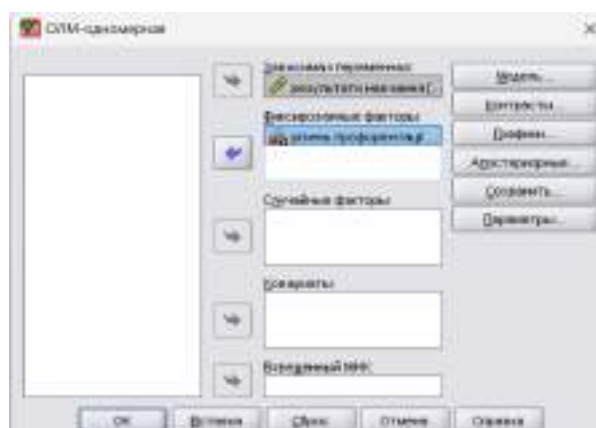


Рис. 15.4. Вікно «Univariate»

Розглянути результати у вікні виведення (рис. 15.5).

Для нашого прикладу значення критерію Фішера $F_{емпіричне} = 7,447$ і значущість $p = 0,006$, отже нульова гіпотеза відхиляється.



Рис. 15.5. Вікно виведення

4. Побудувати графік для порівняння середніх: *Analyze, General Linear Model (Общая линейная модель), Univariate (Одномерная)*, натиснути кнопку *Plot (Графики)*, з'явиться діалогове вікно «*Profile Plots*» (див. рис. 15.6); перенести змінну F1 в рядок *Horizontal Axis*, натиснути кнопку *Add*, потім *Continue, OK*. На рис. 15.7 представлений графік (який потрібно відформатувати: колір, вісь ОХ, мітки даних), який має вийти в результаті цих дій.

Завдання для самостійного розв'язання в EXCEL

1. Виконайте перевірку по F- критерію нульової гіпотези на рівні 0,01 по представлених в таблиці 15.3 даним, які описують втрати у балах під час навчання випробовуваними, які навчалися за різними програмами.

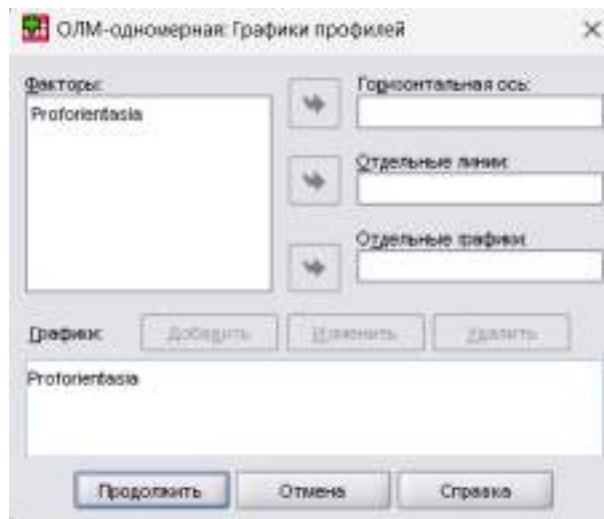


Рис. 15.6. Вікно «Univariate: Profile Plots»

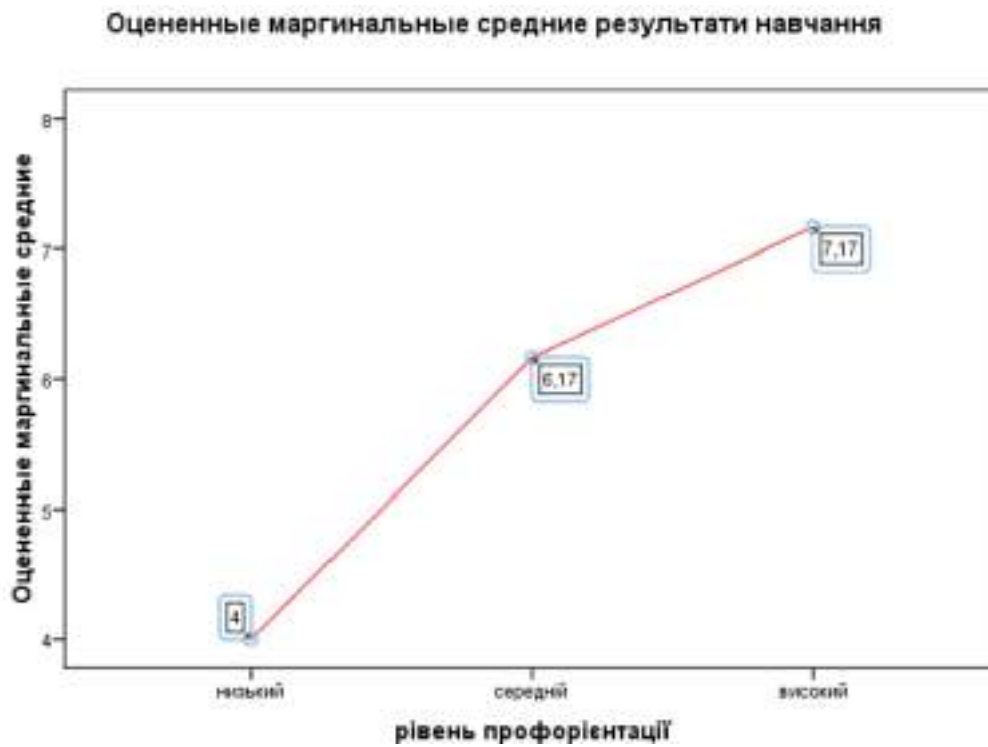


Рис. 15.7. Графік для порівняння середніх

Таблиця 15.3

Втрати у балах під час навчання випробовуваними, які навчалися за різними програмами

Програма 1	Програма 2	Програма 3	Програма 4
2,7	4,95	9,45	2,25
3,6	5,85	9	4,05

1,35	6,75	7,65	4,5
2,25		7,2	3,15
2,7			3,15

2. Для з'ясування впливу грошового стимулювання на продуктивність праці програмістів шести однорідним групам з 5 чоловік були запропоновані завдання однакової трудності. Завдання пропонувалися кожному випробовуваному незалежно від усіх інших. Групи відрізняються між собою величиною грошової винагороди за вирішувану задачу (таблиця 15.4).

Таблиця 15.4.

Величина винагороди від меншої до більшої

Гр1	Гр2	Гр3	Гр4	Гр5	Гр6
10	8	12	12	24	19
11	10	17	15	16	18
9	16	14	16	22	27
13	13	9	16	18	25
7	2	16	19	20	24

Визначте за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу чи впливає величина винагороди на продуктивність праці програмістів?

Вимоги до звіту

Звіт про роботу має містити:

- постановку завдання, початкові дані, формулювання гіпотези, результати, висновки про істинність або хибність гіпотези;
- файл з даними.

Контрольні запитання

1. Яке призначення однофакторного дисперсійного аналізу?
2. Як виконати однофакторний дисперсійний аналіз за допомогою Excel?
3. Як виконати однофакторний дисперсійний аналіз за допомогою SPSS?
4. Дайте змістовну інтерпретацію отриманим результатам.

ЗАВДАННЯ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА САМОСТІЙНЕ ОПРАЦЮВАННЯ

- 1.** Вимоги до забезпечення якості та надійності вибірки у психологічному експерименті
- 2.** Типи вимірювальних шкал.
- 3.** Табличні та графічні методи представлення експериментальних даних.
- 4.** Квантілі розподілу: квантілі, процентилі.
- 5.** Міри мінливості значень ознак: розмах, дисперсія, стандартне відхилення.
- 6.** Міри характеру розподілу: асиметрія та ексцес.
- 7.** Завдання статистичної перевірки гіпотез в психологічних дослідженнях.
- 8.** Статистичні критерії та їх види.
- 9.** Вибір статистичних критеріїв для вирішення різних типів дослідницьких задач.
- 10.** Алгоритм перевірки статистичних гіпотез.
- 11.** Рівні статистичної значущості.
- 12.** Статистична похибка та її види.
- 13.** Статистичне рішення та змістовий висновок стосовно гіпотези
- 14.** Порівняння дисперсій за F-критерієм Фішера.
- 15.** Порівняння середніх за критерієм t-Стьюдента. Непараметричні методи порівняння вибірок.
- 16.** Порівняння двох незалежних вибірок за U-критерієм Манна-Уїтні.
- 17.** Порівняння двох залежних вибірок за T-критерієм Вілкоксона та G-критерієм знаків.
- 18.** Порівняння розподілу ознаки за χ^2 -критерієм Пірсона.
- 19.** Особливі випадки використання критерію χ^2 .
- 20.** Види коефіцієнтів кореляції й умови їх застосування у психологічних дослідженнях.

21. Перевірка статистичної гіпотези про зв'язок двох метричних змінних за коефіцієнтом кореляції r -Пірсона.
22. Перевірка гіпотез про відмінність кореляцій.
23. Порівняння кореляцій для незалежних вибірок.
24. Порівняння кореляцій для залежних вибірок.
25. Кореляція рангових змінних за коефіцієнтом кореляції r -Спірмена, коефіцієнт кореляції Кендалла.
26. Проблема зв'язаних рангів.
27. Аналіз мінливості ознаки під впливом змінних умов.
28. Чинник та результативна ознака. Варіативність.
29. Однофакторний, двохфакторний та багатфакторний дисперсійний аналіз.
30. Поняття регресії, види регресії.
31. Проста і множинна лінійна модель регресійного аналізу.
32. Поняття і призначення факторного аналізу.
33. Основні задачі факторного аналізу.
34. Послідовність факторного аналізу.
35. Методи факторного аналізу.
36. Результати й інтерпретація факторів.
37. Призначення дискримінантного аналізу.
38. Вихідні дані для дискримінантного аналізу.
39. Дискримінантні змінні.
40. Основні результати дискримінантного аналізу.
41. Кластерний аналіз в психологічних дослідженнях, його види.
42. Поняття схожості між об'єктами, міри схожості: прямі оцінки, умовні та сумісні ймовірності, міри розбіжності профілів.
43. Ієрархічні методи кластеризації
44. «Графіки», що категоризуються, і їх види: гістограми, діаграми розсіяння, діаграми розмаху, лінійні графіки, тернарні графіки, кругові діаграми і т.д.

45. Піктограми. Принципи побудови.
46. Вибір оптимального варіанту візуалізації
47. Технологія роботи в режимі «Аналіз даних».
48. Робота з майстром функцій. Статистичні функції, пов'язані з режимом «Гістограма».
49. Вибірка: технологія роботи. Статистичні функції, пов'язані з режимом «Описова статистика».
50. Статистичні функції, пов'язані з режимом «Ранг і перцентиль».
51. Генерація випадкових чисел. Статистичні функції безперервних і дискретних розподілів.
52. Методи перевірки статистичних гіпотез.
53. Дисперсійний аналіз.
54. Статистичні методи вивчення взаємозв'язків явищ і процесів: коваріація і кореляція, регресія.
55. Статистичні методи вивчення динаміки процесів: ковзаюче середнє і експоненціальне згладжування, трендові моделі, аналіз Фур'є
56. Частотний аналіз (частотні таблиці, графічне представлення).
57. Відбір даних: вибір спостереження, витягування випадкової вибірки, сортування спостережень, розділення спостережень на групи.
58. Модифікація даних: обчислення нових змінних, підрахунок частоти появи певних значень, перекодування значень, агрегація даних, рангові перетворення, приклади обчислення нових змінних.
59. Дослідження даних. Таблиці зв'язаності: створення, графічне представлення, статистичні критерії для таблиць.
60. Аналіз множинних відповідей: дихотомний і категоріальний методи.
61. Порівняння середніх: залежні та незалежні вибірки.
62. Непараметричні тести.
63. Кореляції.
64. Регресійний, дисперсійний, дискримінант, факторний, кластерний аналізи.

65. Стандартні й інтерактивні графіки. Експортування вихідних даних
66. Оцінка ефективності психологічних досліджень (за допомогою статистичних пакетів MS Excel, SPSS).
67. Формування стратегічних цільових установок, прогнозування в психологічних дослідженнях

ПИТАННЯ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

1. Що таке сукупності?
2. Що таке ознаки? Для чого вони застосовуються?
3. Що таке шкали? Для чого вони застосовуються? Які шкали ви знаєте?
4. Що таке та для чого застосовуються номінальні шкали?
5. Що таке та для чого застосовуються порядкові шкали?
6. Що таке та для чого застосовуються числові шкали?
7. Що таке та для чого застосовуються дискретні та неперервні шкали?
8. Що таке та для чого застосовуються інтервальні та пропорційні шкали?
9. Що таке та для чого застосовуються рівномірні шкали?
10. Схарактеризуйте якісні та кількісні ознаки.
11. Що таке та для чого застосовуються G-критерій знаків?
12. Що таке та для чого застосовуються пропорції?
13. Схарактеризуйте усереднені показники.
14. Що таке середнє арифметичне сукупності значень? Для чого воно використовується?
15. Що таке та для чого використовують моду?
16. Що таке та для чого використовують медіану?
17. Зробіть порівняння середнього значення, медіани та моди.
18. Що таке усереднені характеристики і шкали вимірювання?
19. Що таке та для чого застосовуються міри розсіювання?
20. Що таке та для чого застосовуються Q-критерій Розенбаума?

21. Схарактеризуйте середнє абсолютне відхилення.
22. Що таке та для чого застосовуються порівняння ознак?
23. Що таке та для чого застосовується коефіцієнт варіації?
24. Схарактеризуйте алгоритм однобічного χ^2 -тесту генеральної дисперсії.
25. Схарактеризуйте вибіркові розподіли.
26. Схарактеризуйте алгоритм однобічного z-тесту.
27. Схарактеризуйте спеціальні вибіркові розподіли.
28. Схарактеризуйте F-розподіл Фішера-Снедекора.
29. Що таке та для чого застосовується вибірковий розподіл дисперсії?
30. Що таке та для чого застосовуються спеціальні статистичні розподіли?
31. Схарактеризуйте t-розподіл Стьюдента.
32. Схарактеризуйте χ^2 - розподіл Пірсона.
33. Що таке та для чого застосовується вибірковий розподіл різниці пропорцій?
34. Схарактеризуйте однобічне тестування.
35. Схарактеризуйте розподіл вибіркового середнього.
36. Схарактеризуйте алгоритм двобічного χ^2 -тесту генеральної дисперсії.
37. Що таке та для чого застосовується розмах варіації?
38. Схарактеризуйте алгоритм двобічного F-тесту перевірки рівності генеральних дисперсій.
39. Що таке та для чого застосовуються дисперсія і стандартне відхилення?
40. Схарактеризуйте алгоритм прийняття рішення про вибір критерію для порівняння ознак.
41. Схарактеризуйте абсолютні та відносні відхилення.
42. Схарактеризуйте алгоритм розрахунку критерію Q .

43. Що таке та для чого застосовуються U-критерій Манна-Вітні?
44. Схарактеризуйте алгоритм розрахунку критерію U .
45. Схарактеризуйте порівняння рівня ознаки у двох сукупностях за різними критеріями.
46. Що таке та для чого застосовуються H-критерій Крускала-Волліса?
47. Схарактеризуйте алгоритм розрахунку критерію H .
48. Схарактеризуйте розпізнавання зсувів.
49. Схарактеризуйте алгоритм прийняття рішення про вибір критерію для розпізнавання зсувів.
50. Що таке та для чого використовують процедуру ранжування?
51. Схарактеризуйте алгоритм розрахунку критерію G .
52. Що таке та для чого застосовуються T-критерій Вілкоксона?
53. Що таке та для чого застосовуються χ_r^2 - критерій Фрідмана?
54. Що таке та для чого застосовуються L-критерій тенденцій Пейджа?
55. Схарактеризуйте порівняння розподілів.
56. Схарактеризуйте алгоритм прийняття рішення про вибір критерію для порівняння розподілів.
57. Що таке та для чого застосовуються λ -критерій Колмогорова-Смірнова?
58. Що таке та для чого застосовуються критерій Φ^* - кутове перетворення Фішера?
59. Що таке та для чого застосовуються біноміальний критерій m ?
60. Що таке та для чого застосовуються Критерій χ^2 Пірсона?
61. Що таке мітки значень у SPSS?
62. Як перенести змінну зі списку вихідних змінних до списку вибраних змінних у вікні «Frequencies» в SPSS?
63. Описати параметри вікна «Frequencies: Statistics» в SPSS.
64. Як відкрити файл з даними у SPSS для Windows та зберегти результати розрахунків у файлі?

- 65.** Як подати дані для розрахунків критерію Пірсона за допомогою SPSS?
- 66.** Як розрахувати коефіцієнт кореляції Пірсона-Браве та побудувати діаграму розсіювання у SPSS?
- 67.** Як визначити значущість коефіцієнта кореляції у SPSS?
- 68.** Як перетворити дані на ранги? Які типи рангів є у SPSS для Windows?
- 69.** Як визначити коефіцієнти рангової кореляції в SPSS?
- 70.** Як визначити значущість коефіцієнтів рангової кореляції у SPSS?
- 71.** Описати елементи діалогового вікна Scatterplot Options SPSS для Windows.
- 72.** Описати елементи діалогового вікна Scatterplot Options: Fit Line SPSS для Windows.
- 73.** Як отримати рівняння лінії передбачення у SPSS?
- 74.** Як здійснюється перевірка гіпотез про рівність середніх для двох незалежних груп за допомогою SPSS?
- 75.** Як здійснюється перевірка гіпотез про рівність середніх для двох залежних груп за допомогою SPSS? Яким є емпіричне значення критерію Стюдента? Які межі довірчого інтервалу для різниці середніх? Чи потрапляє туди критичне значення?
- 76.** Як проводиться однофакторний дисперсійний аналіз за допомогою SPSS?
- 77.** Як задаються дані для дисперсійного аналізу за допомогою SPSS? Як інтерпретуються результати?
- 78.** Призначення дискримінантного аналізу. Як він здійснюється у SPSS?
- 79.** Які методи кластерного аналізу ви знаєте? Як він здійснюється у SPSS?
- 80.** Як факторний аналіз здійснюється у SPSS?
- 81.** Які кнопки розташовані в головному вікні факторного аналізу у SPSS і для чого вони служать?

- 82.** Якими способами визначається кількість факторів у моделі факторного аналізу SPSS?
- 83.** Що показує графік «кам'янистий осип» SPSS?
- 84.** Охарактеризуйте гістограму, полігон, криву накопичених частот. Як вони будуються та як редагуються в MS Excel?
- 85.** Чи можна розрахувати накопичені частоти та побудувати криву накопичених частот, користуючись Paketом аналізу MS Excel?
- 86.** Як повернутися з вікна перегляду результатів SPSS Viewer до вікна редактора даних SPSS Data Editor? Вказати 3 способи.
- 87.** Як відмовитись від показу частотних таблиць у вікні перегляду результатів SPSS для Windows?
- 88.** Як побудувати гістограму SPSS для Windows? Як редагувати графік?
- 89.** Як зберегти побудований графік у файлі? Назвіть основні елементи у вікні редактора діаграм.
- 90.** Як визначається критерій Пірсона в Excel?
- 91.** Як визначити коефіцієнт Спірмена за допомогою електронних таблиць Excel?

ДОДАТКИ

Додаток А

Значення критерію Стьюдента $t_{кр}$ за різної кількості ступенів свободи

Довірча ймовірність Р

v	0,50	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,998	0,999
	Рівень значущості α							
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,002	0,001
1	1,00	3,08	6,31	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,82	1,89	2,92	4,30	6,96	9,92	22,33	31,60
3	0,76	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84	10,21	12,94
4	0,74	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60	7,17	8,61
5	0,73	1,48	2,02	2,57	3,36	4,03	5,89	6,86
6	0,72	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71	5,21	5,96
7	0,71	1,42	1,90	2,36	3,00	3,50	4,78	5,40
8	0,71	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36	4,50	5,04
9	0,70	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25	4,30	4,78
10	0,70	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17	4,14	4,59
11	0,70	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11	4,02	4,44
12	0,70	1,36	1,78	2,18	2,68	3,06	3,93	4,32
13	0,69	1,35	1,77	2,16	2,65	3,01	3,85	4,22
14	0,69	1,34	1,76	2,14	2,62	2,98	3,79	4,14
15	0,69	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95	3,73	4,07
16	0,69	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92	3,69	4,02
17	0,69	1,33	1,74	2,11	2,57	2,90	3,65	3,96
18	0,69	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88	3,61	3,92
19	0,69	1,33	1,73	2,09	2,54	2,86	3,58	3,88
20	0,69	1,32	1,72	2,09	2,53	2,84	3,55	3,85

21	0,69	1,32	1,72	2,08	2,52	2,83	3,53	3,82
22	0,69	1,32	1,72	2,07	2,51	2,82	3,50	3,79
23	0,68	1,32	1,71	2,07	2,50	2,81	3,48	3,77
24	0,68	1,32	1,71	2,06	2,49	2,80	3,47	3,74
25	0,68	1,32	1,71	2,06	2,48	2,79	3,45	3,72
26	0,68	1,32	1,71	2,06	2,48	2,78	3,44	3,71
27	0,68	1,31	1,70	2,05	2,47	2,77	3,42	3,69
28	0,68	1,31	1,70	2,05	2,47	2,76	3,41	3,67
29	0,68	1,31	1,70	2,04	2,46	2,76	3,40	3,66
30	0,68	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75	3,38	3,65
40	0,68	1,30	1,68	2,02	2,42	2,70	3,30	3,55
60	0,68	1,30	1,67	2,00	2,39	2,66	3,23	3,46
120	0,68	1,29	1,66	1,98	2,36	2,62	3,16	3,37
∞	0,67	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58	3,09	3,29

Значущість критерію Уїлкоксона для множинних порівнянь

№	3	4	5	6	7	8	9	10
3 (5%)	15	23	30	37	45	52	60	68
24	17	27	36	44	52	61	70	79
	24	35	46	57	69	80	92	105
25	27	42	54	67	80	94	107	121
5	33	48	63	79	96	112	129	146
	39	58	76	94	112	130	149	168
6	43	63	83	104	125	147	169	191
	51	76	99	123	147	171	196	221
7	54	79	105	131	158	185	213	241
	68	96	125	154	183	215	246	278
8	66	96	128	160	192	226	260	294
	82	117	152	188	225	263	301	339
9	79	115	152	190	229	269	310	351
	98	139	181	225	268	313	358	404
10	92	134	178	223	268	315	362	410
	115	163	212	263	314	366	420	473
11	106	155	205	257	309	363	418	473
	132	188	243	303	362	423	484	546
12	121	176	233	292	352	414	476	539
	150	214	278	345	413	481	531	621
13	136	199	263	329	397	466	537	608
	169	241	314	389	465	542	621	700
14	152	222	294	368	444	521	599	679
	189	269	351	434	519	606	694	782
15	169	246	326	408	492	577	665	753
	210	298	389	481	576	672	769	868

16	186	271	359	449	542	636	732	829
	231	328	428	530	634	740	847	956
17	203	296	393	492	593	696	802	908
	253	359	468	580	694	810	928	1047
18	221	323	428	536	646	759	873	989
	275	391	510	632	756	883	1011	1140
19	240	350	464	581	700	822	947	1072
	298	424	553	685	820	957	1096	1236
20	259	378	501	627	756	888	1022	1158
	322	458	597	740	886	1033	1182	1335
21	278	406	538	674	814	953	1100	1246
	346	492	642	796	953	1112	1273	1436
22	298	435	577	723	872	1024	1179	1336
	371	528	689	853	1021	1192	1365	1540
23	319	463	617	773	932	1095	1260	1428
	396	564	736	912	1092	1274	1459	1646
24	340	496	657	824	994	1167	1343	1522
	422	601	784	972	1163	1358	1555	1754
25	361	527	699	875	1056	1240	1428	1618
	449	639	834	1033	1237	1443	1653	1365

Додаток В

Критичні значення U-критерію Манна-Уїлні

для рівнів статистичної значущості $\alpha < 0,05$ і $\alpha < 0,01$ (за Гублером Є.І., Генкіном А.А., 1973) Різниця між двома

вбірками можна вважати значущими ($\alpha < 0,05$), якщо $U_{\text{емп}}$ нижче або дорівнює $U_{0,01}$

n1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
n2																					
3	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
4	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
5	0,	1,	2,	4,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
6	0,	2,	3,	5,	7,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
7	0,	2,	4,	6,	8,	11,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
8	1,	3,	5,	8,	10,	13,	15,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
9	1,	4,	6,	9,	12,	15,	18,	21,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
10	1,	4,	7,	10,	14,	17,	20,	24,	27,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
11	1,	5,	8,	12,	16,	19,	23,	27,	31,	34,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
12	2,	5,	9,	13,	17,	21,	26,	30,	34,	38,	42,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
13	2,	6,	10,	15,	19,	24,	28,	33,	37,	42,	47,	51,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
14	3,	7,	11,	16,	21,	26,	31,	36,	41,	46,	51,	56,	61,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
15	3,	7,	12,	18,	23,	28,	33,	39,	44,	50,	55,	61,	66,	72,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
16	3,	8,	14,	19,	25,	30,	36,	42,	48,	54,	60,	65,	71,	77,	83,	0,	0,	0,	0,	0,	0

$\alpha = 0,05$

Продовження додатку В

n1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
											$\alpha = 0,05$									
n2																				
17	3,	9,	15,	20,	26,	33,	39,	45,	51,	57,	64,	70,	77,	83,	89,	96,	0,	0,	0,	0
18	4,	9,	16,	22,	28,	35,	41,	48,	55,	61,	68,	75,	82,	88,	95,	102,	109,	0,	0,	0
19	4,	10,	17,	23,	30,	37,	44,	51,	58,	65,	72,	80,	87,	94,	101,	109,	116,	123,	0,	0
20	4,	11,	18,	25,	32,	39,	47,	54,	62,	69,	77,	84,	92,	100,	107,	115,	123,	130,	138,	0
21	0,	0,	19,	26,	34,	41,	49,	57,	65,	73,	81,	89,	97,	105,	113,	121,	130,	138,	146,	154
22	0,	0,	20,	28,	36,	44,	52,	60,	69,	77,	85,	94,	102,	III,	119,	128,	136,	145,	154,	162
23	0,	0,	21,	29,	37,	46,	55,	63,	72,	81,	90,	99,	107,	116,	125,	134,	143,	152,	161,	170
24	0,	0,	22,	31,	39,	48,	57,	66,	75,	85,	94,	103,	113,	122,	131,	141,	150,	160,	169,	179
25	0,	0,	23,	32,	41,	50,	60,	69,	79,	89,	98,	108,	118,	128,	137,	147,	157,	167,	177,	187
26	0,	0,	24,	33,	43,	53,	62,	72,	82,	93,	103,	113,	123,	133,	143,	154,	164,	174,	185,	195
27	0,	0,	25,	35,	45,	55,	65,	75,	86,	96,	107,	118,	128,	139,	150,	160,	171,	182,	193,	203
28	0,	0,	26,	36,	47,	57,	68,	79,	89,	100,	III,	122,	133,	144,	156,	167,	178,	189,	200,	212
29	0,	0,	27,	38,	48,	59,	70,	82,	93,	104,	116,	127,	139,	150,	162,	173,	185,	196,	208,	220
30	0,	0,	28,	39,	50,	62,	73,	85,	96,	108,	120,	132,	144,	156,	168,	180,	192,	204,	216,	228
31	0,	0,	29,	41,	52,	64,	76,	88,	100,	112,	124,	137,	149,	161,	174,	186,	199,	211,	224,	236
32	0,	0,	30,	42,	54,	66,	78,	91,	103,	116,	129,	141,	154,	167,	180,	193,	206,	219,	232,	245
33	0,	0,	31,	43,	56,	68,	81,	94,	107,	120,	133,	146,	159,	173,	186,	199,	213,	226,	239,	253
34	0,	0,	32,	45,	58,	71,	84,	97,	110,	124,	137,	151,	164,	178,	192,	206,	219,	233,	247,	261
35	0,	0,	33,	46,	59,	73,	86,	100,	114,	128,	142,	156,	170,	184,	198,	212,	226,	241,	255,	269
36	0,	0,	35,	48,	61,	75,	89,	103,	117,	132,	146,	160,	175,	189,	204,	219,	233,	248,	263,	278
37	0,	0,	36,	49,	63,	77,	92,	106,	121,	135,	150,	165,	180,	195,	210,	225,	240,	255,	271,	286
38	0,	0,	37,	51,	65,	79,	94,	109,	124,	139,	155,	170,	185,	201,	216,	232,	247,	263,	278,	294
39	0,	0,	38,	52,	67,	82,	97,	112,	128,	143,	159,	175,	190,	206,	222,	238,	254,	270,	286,	302
40	0,	0,	39,	53,	69,	84,	100,	115,	131,	147,	163,	179,	196,	212,	228,	245,	261,	278,	294,	311

Продовження додатку В

n1	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n2									$\alpha = 0,05$										
21	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
22	171,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
23	180,	189,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
24	188,	198,	207,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
25	197,	207,	217,	227,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
26	206,	216,	226,	237,	247,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
27	214,	225,	236,	247,	258,	268,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
28	223,	234,	245,	257,	268,	279,	291,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
29	232,	243,	255,	267,	278,	290,	302,	314,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
30	240,	252,	265,	277,	289,	301,	313,	326,	338,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
31	249,	261,	274,	287,	299,	312,	325,	337,	350,	363,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
32	258,	271,	284,	297,	310,	323,	336,	349,	362,	375,	389,	0,	0,	0,	p,	0,	0,	0,	0,
33	266,	280,	293,	307,	320,	334,	347,	361,	374,	338,	402,	415,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
34	275,	289,	303,	317,	331,	345,	359,	373,	387,	401,	415,	429,	443,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
35	284,	298,	312,	327,	341,	356,	370,	385,	399,	413,	428,	442,	457,	471,	0,	0,	0,	0,	0,
36	292,	307,	322,	337,	352,	367,	381,	396,	411,	426,	441,	456,	471,	486,	501,	0,	0,	0,	0,
37	301,	316,	332,	347,	362,	378,	393,	408,	424,	439,	454,	470,	485,	501,	516,	531,	0,	0,	0,
38	310,	325,	341,	357,	373,	388,	404,	420,	436,	452,	467,	483,	499,	515,	531,	547,	563,	0,	0,
39	318,	335,	351,	367,	383,	399,	416,	432,	448,	464,	481,	497,	513,	530,	546,	562,	579,	595,	0,
40	327,	344,	360,	377,	394,	410,	427,	444,	460,	477,	494,	511,	527,	544,	561,	578,	594,	611,	628,

Продовження доданку В

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
m1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	40,	55,	70,	86,	102,	118,	135,	151,	168,	184,	201,	218,	234,	251,	268,	285,	302,	319
42	0	0	41,	56,	72,	88,	105,	121,	138,	155,	172,	189,	206,	223,	240,	258,	275,	292,	310,	327
43	0	0	42,	58,	74,	91,	107,	124,	142,	159,	176,	194,	211,	229,	247,	264,	282,	300,	318,	335
44	0	0	43,	59,	76,	93,	110,	128,	145,	163,	181,	199,	216,	235,	253,	271,	289,	307,	325,	344
45	0	0	44,	61,	78,	95,	113,	131,	149,	167,	185,	203,	222,	240,	259,	277,	296,	315,	333,	352
46	0	0	45,	62,	80,	97,	115,	134,	152,	171,	189,	208,	227,	246,	265,	284,	303,	322,	341,	360
47	0	0	46,	64,	81,	100,	118,	137,	156,	175,	194,	213,	232,	251,	271,	290,	310,	329,	349,	369
48	0	0	47,	65,	83,	102,	121,	140,	159,	178,	198,	218,	237,	257,	277,	297,	317,	337,	357,	377
49	0	0	48,	66,	85,	104,	123,	143,	163,	182,	202,	222,	243,	263,	283,	303,	324,	344,	365,	385
50	0	0	49,	68,	87,	106,	126,	146,	166,	186,	207,	227,	248,	268,	289,	310,	331,	352,	372,	393
51	0	0	50,	69,	89,	109,	129,	149,	170,	190,	211,	232,	253,	274,	295,	316,	338,	359,	380,	402
52	0	0	51,	71,	91,	111,	131,	152,	173,	194,	215,	237,	258,	280,	301,	323,	345,	366,	388,	410
53	0	0	52,	72,	92,	113,	134,	155,	177,	198,	220,	241,	263,	285,	307,	329,	352,	374,	396,	418
54	0	0	53,	74,	94,	115,	137,	158,	180,	202,	224,	246,	269,	291,	313,	336,	359,	381,	404,	427
55	0	0	54,	75,	96,	118,	139,	161,	184,	206,	228,	251,	274,	297,	319,	342,	365,	389,	412,	435
56	0	0	55,	76,	98,	120,	142,	164,	187,	210,	233,	256,	279,	302,	326,	349,	372,	396,	420,	443
57	0	0	57,	78,	100,	122,	145,	167,	191,	214,	237,	261,	284,	308,	332,	355,	379,	403,	427,	451
58	0	0	58,	79,	102,	124,	147,	171,	194,	218,	241,	265,	289,	314,	338,	362,	386,	411,	435,	460
59	0	0	59,	81,	ю3,	127,	150,	174,	198,	222,	246,	270,	295,	319,	344,	369,	393,	418,	443,	468
60	0	0	60,	82,	105,	129,	153,	177,	201,	225,	250,	275,	300,	325,	350,	375,	400,	426,	451,	476

Продовження додатку В

n1	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n2										$\alpha = 0,05$									
	41 336,	353, 370,	370, 387,	387, 404,	404, 421,	421, 438,	438, 456,	456, 473,	473, 490,	490, 507,	507, 524,	524, 541,	541, 559,	559, 576,	576, 593,	593, 610,	610, 628,	628, 645,	645
	42 345,	362, 380,	380, 397,	397, 415,	415, 432,	432, 450,	450, 467,	467, 485,	485, 503,	503, 520,	520, 538,	538, 556,	556, 573,	573, 591,	591, 609,	609, 626,	626, 644,	644, 662,	662
	43 353,	371, 389,	389, 407,	407, 425,	425, 443,	443, 461,	461, 479,	479, 497,	497, 515,	515, 533,	533, 552,	552, 570,	570, 588,	588, 606,	606, 624,	624, 642,	642, 660,	660, 679,	679
	44 362,	380, 399,	399, 417,	417, 436,	436, 454,	454, 473,	473, 491,	491, 510,	510, 528,	528, 547,	547, 565,	565, 584,	584, 602,	602, 621,	621, 640,	640, 658,	658, 677,	677, 695,	695
	45 371,	390, 408,	408, 427,	427, 446,	446, 465,	465, 484,	484, 503,	503, 522,	522, 541,	541, 560,	560, 579,	579, 598,	598, 617,	617, 636,	636, 655,	655, 674,	674, 693,	693, 712,	712
	46 380,	399, 418,	418, 437,	437, 457,	457, 476,	476, 495,	495, 515,	515, 534,	534, 554,	554, 573,	573, 593,	593, 612,	612, 631,	631, 651,	651, 670,	670, 690,	690, 709,	709, 729,	729
	47 388,	408, 428,	428, 447,	447, 467,	467, 487,	487, 507,	507, 527,	527, 547,	547, 566,	566, 586,	586, 606,	606, 626,	626, 646,	646, 666,	666, 686,	686, 706,	706, 726,	726, 746,	746
	48 397,	417, 437,	437, 458,	458, 478,	478, 498,	498, 518,	518, 539,	539, 559,	559, 579,	579, 600,	600, 620,	620, 640,	640, 661,	661, 681,	681, 701,	701, 722,	722, 742,	742, 763,	763
	49 406,	426, 447,	447, 468,	468, 488,	488, 509,	509, 530,	530, 550,	550, 571,	571, 592,	592, 613,	613, 634,	634, 654,	654, 675,	675, 696,	696, 717,	717, 738,	738, 759,	759, 780,	780
	50 414,	435, 457,	457, 478,	478, 499,	499, 520,	520, 541,	541, 562,	562, 583,	583, 605,	605, 626,	626, 647,	647, 669,	669, 690,	690, 711,	711, 732,	732, 754,	754, 775,	775, 796,	796
	51 423,	445, 466,	466, 488,	488, 509,	509, 531,	531, 553,	553, 574,	574, 596,	596, 618,	618, 639,	639, 661,	661, 683,	683, 704,	704, 726,	726, 748,	748, 770,	770, 791,	791, 813,	813
	52 432,	454, 476,	476, 498,	498, 520,	520, 542,	542, 564,	564, 586,	586, 608,	608, 630,	630, 652,	652, 675,	675, 697,	697, 719,	719, 741,	741, 763,	763, 786,	786, 808,	808, 830,	830
	53 441,	463, 485,	485, 508,	508, 530,	530, 553,	553, 575,	575, 598,	598, 620,	620, 643,	643, 666,	666, 688,	688, 711,	711, 734,	734, 756,	756, 779,	779, 802,	802, 824,	824, 847,	847
	54 449,	472, 495,	495, 518,	518, 541,	541, 564,	564, 587,	587, 610,	610, 633,	633, 656,	656, 679,	679, 702,	702, 725,	725, 748,	748, 771,	771, 794,	794, 818,	818, 841,	841, 864,	864
	55 458,	481, 505,	505, 528,	528, 551,	551, 575,	575, 598,	598, 622,	622, 645,	645, 669,	669, 692,	692, 716,	716, 739,	739, 763,	763, 786,	786, 810,	810, 834,	834, 857,	857, 881,	881
	56 467,	491, 514,	514, 538,	538, 562,	562, 586,	586, 610,	610, 634,	634, 657,	657, 681,	681, 705,	705, 729,	729, 753,	753, 777,	777, 801,	801, 825,	825, 850,	850, 874,	874, 898,	898
	57 476,	500, 524,	524, 548,	548, 572,	572, 597,	597, 621,	621, 645,	645, 670,	670, 694,	694, 719,	719, 743,	743, 768,	768, 792,	792, 816,	816, 841,	841, 865,	865, 890,	890, 915,	915
	58 484,	509, 534,	534, 558,	558, 583,	583, 608,	608, 633,	633, 657,	657, 682,	682, 707,	707, 732,	732, 757,	757, 782,	782, 807,	807, 832,	832, 856,	856, 881,	881, 906,	906, 931,	931
	59 493,	518, 543,	543, 568,	568, 594,	594, 619,	619, 644,	644, 669,	669, 694,	694, 720,	720, 745,	745, 770,	770, 796,	796, 821,	821, 847,	847, 872,	872, 897,	897, 923,	923, 948,	948
	60 502,	527, 553,	553, 578,	578, 604,	604, 630,	630, 655,	655, 681,	681, 707,	707, 733,	733, 758,	758, 784,	784, 810,	810, 836,	836, 862,	862, 888,	888, 913,	913, 939,	939, 965,	965

Продовження додатку Б

n1	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
n2											$\alpha = 0,05$									
41	662,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
42	679,	697,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
43	697,	715,	733,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
44	714,	733,	751,	770,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
45	731,	750,	769,	789,	808,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
46	749,	768,	788,	807,	827,	846,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
47	766,	786,	806,	826,	846,	866,	886,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
48	783,	804,	824,	845,	865,	886,	906,	927,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
49	800,	821,	842,	863,	884,	905,	926,	947,	968,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
50	818,	839,	861,	882,	903,	925,	946,	968,	989,	1010,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
51	835,	857,	879,	901,	922,	944,	966,	988,	1010,	1032,	1054,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
52	852,	875,	897,	919,	942,	964,	986,	1009,	1031,	1053,	1076,	1098,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
53	870,	893,	915,	938,	961,	984,	1006,	1029,	1052,	1075,	1098,	1120,	1143,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
54	887,	910,	934,	957,	980,	1003,	1026,	1050,	1073,	1096,	1119,	1143,	1166,	1189,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
55	904,	928,	952,	975,	999,	1023,	1046,	1070,	1094,	1113,	1141,	1165,	1189,	1213,	1236,	0,	0,	0,	0,	0,
56	922,	946,	970,	994,	1018,	1042,	1067,	1091,	1115,	1139,	1163,	1187,	1212,	1236,	1260,	1284,	0,	0,	0,	0,
57	939,	964,	988,	1013,	1037,	1062,	1087,	1111,	1136,	1161,	1185,	1210,	1235,	1259,	1284,	1309,	1333,	0,	0,	0,
58	956,	981,	1007,	1032,	1057,	1082,	1107,	1132,	1157,	1182,	1207,	1232,	1257,	1283,	1308,	1333,	1358,	1383,	0,	0,
59	974,	999,	1025,	1050,	1076,	1101,	1127,	1152,	1178,	1204,	1229,	1255,	1280,	1306,	1331,	1357,	1383,	1408,	1434,	0,
60	991,	1017,	1043,	1069,	1095,	1121,	1147,	1173,	1199,	1225,	1251,	1277,	1303,	1329,	1355,	1381,	1407,	1433,	1460,	1486

Продовження додатку В

n1	n2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	$\alpha=0,01$	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
6		0,	0,	1,	2,	3,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
7		0,	0,	1,	3,	4,	6,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
8		0,	0,	2,	4,	6,	7,	9,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
9		0,	1,	3,	5,	7,	9,	11,	14,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
10		0,	1,	3,	6,	8,	11,	13,	16,	19,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
11		0,	1,	4,	7,	9,	12,	15,	18,	22,	25,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
12		0,	2,	5,	8,	11,	14,	17,	21,	24,	28,	31,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
13		0,	2,	5,	9,	12,	16,	20,	23,	27,	31,	35,	39,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
14		0,	2,	6,	10,	13,	17,	22,	26,	26,	34,	38,	43,	47,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
15		0,	3,	7,	11,	15,	19,	24,	28,	33,	37,	42,	47,	51,	56,	0,	0,	0,	0,	0,	0
16		0,	3,	7,	12,	16,	21,	26,	31,	36,	41,	46,	51,	56,	61,	66,	0,	0,	0,	0,	0
17		0,	4,	8,	13,	18,	23,	28,	33,	38,	44,	49,	55,	60,	66,	71,	77,	0,	0,	0,	0
18		0,	4,	9,	14,	19,	24,	30,	36,	41,	47,	53,	59,	65,	70,	76,	82,	88,	0,	0,	0
19	1,	1,	4,	9,	15,	20,	26,	32,	38,	44,	50,	56,	63,	69,	75,	82,	88,	94,	101,	0,	0
20	1,	1,	5,	10,	16,	22,	28,	34,	40,	47,	53,	60,	67,	73,	80,	87,	93,	100,	107,	114,	0
21	0,	0,	0,	10,	16,	22,	29,	35,	42,	49,	56,	63,	70,	77,	78,	91,	98,	105,	113,	120,	127
22	0,	0,	0,	10,	17,	23,	30,	37,	45,	52,	59,	66,	74,	81,	89,	96,	104,	111,	119,	127,	134
23	0,	0,	0,	11,	18,	25,	32,	39,	47,	55,	62,	70,	78,	86,	94,	102,	109,	117,	125,	133,	141
24	0,	0,	0,	12,	19,	26,	34,	42,	49,	57,	66,	74,	82,	90,	98,	107,	115,	123,	132,	140,	149
25	0,	0,	0,	112,	20,	27,	35,	44,	52,	60,	69,	77,	86,	95,	103,	112,	121,	130,	138,	147,	156

Продовження додатку В

n1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
n2	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,
26	0,	13,	21,	29,	37,	46,	54,	63,	72,	82,	90,	99,	108,	117,	126,	136,	145,	154,	163
27	0,	14,	22,	30,	39,	48,	57,	66,	75,	85,	94,	103,	113,	122,	132,	142,	151,	161,	171
28	0,	14,	23,	32,	41,	50,	59,	69,	78,	88,	98,	108,	118,	128,	138,	148,	158,	168,	178
29	0,	15,	24,	33,	42,	52,	62,	72,	82,	92,	102,	112,	123,	133,	143,	154,	164,	175,	185
30	0,	15,	25,	34,	44,	54,	64,	75,	85,	95,	106,	117,	127,	138,	149,	160,	171,	182,	192
31	0,	16,	26,	36,	46,	56,	67,	77,	88,	99,	110,	121,	132,	143,	155,	166,	177,	188,	200
32	0,	17,	27,	37,	47,	58,	69,	80,	91,	103,	114,	126,	137,	149,	160,	172,	184,	195,	207
33	0,	17,	28,	38,	49,	60,	72,	83,	95,	106,	118,	130,	142,	154,	166,	178,	190,	202,	214
34	0,	18,	29,	40,	51,	62,	74,	86,	98,	110,	122,	134,	147,	159,	172,	184,	197,	209,	222
35	0,	19,	30,	41,	53,	64,	77,	89,	101,	114,	126,	139,	152,	164,	177,	190,	203,	216,	229
36	0,	19,	31,	42,	54,	67,	70,	92,	104,	117,	130,	143,	156,	170,	183,	196,	210,	223,	236
37	0,	20,	32,	44,	56,	69,	81,	95,	108,	121,	134,	148,	161,	175,	189,	202,	216,	230,	244
38	0,	21,	33,	45,	58,	71,	84,	97,	111,	125,	138,	152,	166,	180,	194,	208,	223,	237,	251
39	0,	21,	34,	46,	59,	73,	86,	100,	114,	128,	142,	157,	171,	185,	200,	214,	229,	244,	258
40	0,	22,	35,	48,	60	75,	89,	103,	117,	132,	146,	161,	176,	191,;	206,	221,	236,	251,	266

Продовження доданку В

n1	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
n2	589,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	609,	621,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	621,	637,	654,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	636,	654,	671,	688,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	652,	670,	688,	706,	723,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	668,	687,	705,	723,	741,	759,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	684,	703,	722,	740,	759,	777,	796,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	700,	719,	738,	757,	776,	795,	814,	834,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	716,	736,	755,	775,	794,	814,	833,	853,	872,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	732,	752,	772,	792,	812,	832,	852,	872,	892,	912,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	748,	769,	789,	809,	830,	850,	870,	891,	911,	932,	952,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	764,	785,	806,	827,	847,	868,	889,	910,	931,	951,	972,	993,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	780,	802,	823,	844,	865,	886,	908,	929,	950,	971,	993,	1014,	1035,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	796,	818,	840,	861,	883,	905,	926,	948,	970,	991,	1013,	1035,	1057,	1078,	0,	0,	0,	0,	0,	0
	812,	834,	857,	879,	901,	923,	945,	967,	989,	1011,	1034,	1056,	1078,	1100,	1122,	0,	0,	0,	0,	0
	828,	851,	873,	896,	919,	941,	964,	986,	1009,	1031,	1054,	1077,	1099,	1122,	1145,	1167,	0,	0,	0,	0
	844,	867,	890,	913,	936,	959,	982,	1005,	1028,	1051,	1074,	1098,	1121,	1141,	1167,	1190,	1213,	0,	0,	0
	861,	884,	907,	931,	954,	978,	1001,	1024,	1048,	1071,	1095,	1118,	1142,	1165,	1189,	1213,	1236,	1260,	0,	0
	877,	900,	924,	948,	972,	996,	1020,	1044,	1068,	1091,	1115,	1139,	1163,	1187,	1211,	1235,	1259,	1283,	1307,	0
	893,	917,	941,	965,	990,	1014,	1038,	1063,	1087,	1111,	1136,	1160,	1185,	1209,	1234,	1258,	1282,	1307,	1331,	1356

nl	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n2									$\alpha=0,01$										
21	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
22	142,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
23	150,	158,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
24	154,	166,	174,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
25	165,	174,	183,	192,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
26	173,	182,	191,	201,	210,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
27	180,	190,	200,	209,	219,	229,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
28	188,	198,	208,	218,	229,	239,	249,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
29	196,	206,	217,	227,	238,	249,	259,	270,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
30	203,	214,	225,	236,	247,	258,	270,	281,	292,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
31	211,	223,	234,	245,	257,	268,	280,	291,	303,	314,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
32	219,	231,	242,	254,	266,	278,	290,	302,	314,	326,	338,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
33	227,	239,	251,	263,	276,	288,	300,	313,	325,	337,	350,	362,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
34	234,	247,	260,	272,	285,	298,	311,	323,	336,	349,	362,	375,	387,	0,	0,	0,	0,	0,	0
35	242,	255,	268,	281,	294,	308,	321,	334,	347,	360,	374,	387,	400,	413,	0,	0,	0,	0,	0
36	250,	263,	277,	290,	304,	318,	331,	345,	358,	372,	386,	399,	413,	427,	440,	0,	0,	0,	0
37	258,	271,	285,	299,	313,	327,	341,	355,	370,	384,	398,	412,	426,	440,	454,	468,	0,	0,	0
38	265,	280,	294,	308,	323,	337,	352,	366,	381,	395,	410,	424,	439,	453,	468,	482,	497,	0,	0
39	273,	288,	303,	317,	332,	347,	362,	377,	392,	407,	422,	437,	452,	467,	482,	497,	512,	527,	0
40	281,	296,	311,	326,	342,	357,	372,	388,	403,	418,	434,	449,	465,	480,	495,	511,	526,	542,	557

Продовження додатку В

nl	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
n2										$\alpha = 0,01$										
41	0,	0,	23,	36,	49,	63,	77,	91,	106,	121,	136,	151,	166,	181,	196,	211,	227,	242,	258,	273
42	0,	0,	23,	37,	50,	65,	79,	94,	109,	124,	139,	155,	170,	186,	201,	217,	233,	249,	265,	280
43	0,	0,	24,	38,	52,	66,	81,	96,	112,	127,	143,	159,	175,	190,	207,	223,	239,	255,	271,	288
44	0,	0,	25,	39,	53,	68,	83,	99,	115,	130,	146,	163,	179,	195,	212,	228,	245,	262,	278,	295
45	0,	0,	25,	40,	54,	70,	85,	101,	117,	134,	150,	167,	183,	200,	217,	234,	251,	268,	285,	303
46	0,	0,	26,	41,	56,	71,	87,	104,	120,	137,	154,	171,	188,	205,	222,	240,	257,	275,	292,	310
47	0,	0,	27,	42,	57,	73,	90,	106,	123,	140,	157,	175,	192,	210,	228,	245,	263,	281,	299,	317
48	0,	0,	27,	43,	58,	75,	92,	109,	126,	143,	161,	179,	197,	215,	233,	251,	269,	288,	306,	325
49	0,	0,	28,	44,	60,	77,	94,	111,	129,	147,	165,	183,	201,	220,	238,	257,	276,	294,	313,	332
50	0,	0,	29,	45,	61,	78,	96,	114,	132,	150,	168,	187,	206,	225,	244,	263,	282,	301,	320,	339
51	0,	0,	29,	46,	63,	80,	98,	116,	135,	153,	172,	191,	210,	229,	249,	268,	288,	307,	327,	347
52	0,	0,	30,	47,	64,	82,	100,	119,	137,	157,	176,	195,	215,	234,	254,	274,	294,	314,	334,	354
53	0,	0,	31,	48,	65,	83,	102,	121,	140,	160,	179,	199,	219,	239,	259,	280,	300,	320,	341,	361
54	0,	0,	31,	49,	67,	85,	104,	114,	143,	163,	183,	203,	224,	244,	265,	285,	306,	327,	348,	369
55	0,	0,	32,	50,	68,	86,	106,	126,	146,	166,	187,	207,	228,	249,	270,	291,	312,	333,	355,	376
56	0,	0,	33,	51,	69,	89,	108,	129,	149,	177,	190,	211,	233,	254,	275,	297,	318,	340,	362,	384
57	0,	0,	33,	52,	71,	90,	111,	131,	152,	173,	194,	215,	237,	259,	281,	302,	324,	347,	369,	391
58	0,	0,	34,	53,	72,	92,	113,	133,	155,	176,	198,	220,	242,	264,	286,	308,	331,	353,	376,	398
59	0,	0,	34,	54,	73,	94,	115,	136,	158,	179,	201,	224,	246,	268,	291,	314,	337,	360,	383,	406
60	0,	0,	35,	55,	75,	96,	117,	138,	160,	183,	205,	228,	250,	273,	296,	320,	343,	366,	390,	413

Продовження додатку В

n1	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n2										$\alpha = 0,01$									
41	289,	304,	320,	336,	351,	367,	383,	398,	414,	430,	446,	462,	477,	493,	509,	525,	541,	557,	573
42	296,	312,	328,	345,	361,	377,	393,	409,	425,	442,	458,	474,	490,	507,	523,	539,	556,	572,	588
43	304,	321,	337,	354,	370,	387,	403,	420,	437,	453,	470,	487,	503,	520,	537,	553,	570,	587,	604
44	312,	329,	346,	363,	380,	397,	414,	431,	448,	465,	482,	499,	516,	533,	550,	568,	585,	602,	619
45	320,	337,	354,	372,	389,	407,	424,	441,	459,	476,	494,	511,	529,	547,	564,	582,	599,	617,	635
46	328,	345,	363,	381,	399,	416,	434,	452,	470,	488,	506,	524,	542,	560,	578,	596,	614,	632,	650
47	335,	353,	372,	390,	408,	426,	445,	463,	481,	500,	518,	536,	555,	573,	592,	610,	629,	647,	666
48	343,	362,	380,	399,	418,	436,	455,	474,	492,	511,	530,	549,	568,	587,	606,	625,	643,	662,	681
49	351,	370,	389,	408,	427,	446,	465,	484,	504,	523,	542,	561,	581,	600,	619,	639,	658,	678,	697
50	359,	378,	398,	417,	437,	456,	476,	495,	515,	535,	554,	574,	594,	613,	633,	653,	673,	693,	713
51	366,	386,	406,	426,	446,	466,	486,	506,	526,	546,	566,	587,	607,	627,	647,	667,	688,	708,	728
52	374,	395,	415,	435,	456,	476,	496,	517,	537,	558,	578,	599,	620,	640,	661,	682,	702,	723,	744
53	382,	403,	423,	444,	465,	486,	507,	528,	549,	570,	591,	612,	633,	654,	675,	696,	717,	738,	759
54	390,	411,	432,	453,	475,	496,	517,	538,	560,	581,	603,	624,	646,	667,	689,	710,	732,	753,	775
55	398,	419,	441,	462,	484,	506,	527,	549,	571,	593,	615,	637,	659,	680,	702,	724,	746,	768,	790
56	405,	427,	449,	471,	494,	516,	538,	560,	582,	605,	627,	649,	671,	694,	716,	738,	761,	784,	806
57	413,	436,	458,	481,	503,	526,	548,	571,	593,	616,	639,	662,	684,	707,	730,	753,	776,	799,	822
58	421,	444,	467,	490,	513,	536,	559,	582,	605,	628,	651,	674,	697,	721,	744,	767,	790,	814,	837
59	429,	452,	475,	499,	522,	545,	569,	592,	616,	640,	663,	687,	710,	734,	758,	781,	805,	829,	853
60,	437,	460,	484,	508,	532,	555,	579,	603,	627,	651,	675,	699,	723,	747,	772,	796,	820,	844,	868

**Критичні значення критерію Т-Вілкоксона для рівнів статистичної
значущості $\alpha \leq 0,05$ і $\alpha \leq 0,01$**

«Типове» зрушення є достовірно переважаючим за інтенсивністю, якщо T_{emp} нижче або дорівнює $T_{0,05}$, і тим більше достовірно переважаючим, якщо T_{emp} нижче або дорівнює $T_{0,01}$ (за Wilcoxon F. et al., 1963).

n	α		n	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01
3	0	-	28	130	101
6	2	-	29	140	110
7	3	0	30	151	120
8	5	1	31	163	130
9	8	3	32	175	140
10	10	5	33	187	151
11	13	7	34	200	162
12	17	9	35	213	173
13	21	12	36	227	185
14	25	15	37	241	198
15	30	19	38	256	211
16	35	23	39	271	224
17	41	27	40	286	238
18	47	32	41	302	252
19	53	37	42	319	266
20	60	43	43	336	281
21	67	49	44	353	296
22	75	55	45	371	312
23	83	63	46	389	328
24	91	69	47	407	345
25	100	76	48	426	362
26	110	84	49	446	379
27	119	92	50	466	397

**Критичне значення вибіркового коефіцієнта кореляції рангів
(за Спірменом)**

Зв'язок достовірний, якщо $r_{s\,емп} \geq r_{s\,0.05}$, і тим більше достовірний, якщо

$$r_{s\,емп} \geq r_{s\,0.01}$$

n	α		n	α		n	α	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,94	–	17	0,48	0,62	29	0,37	0,48
6	0,85	–	18	0,47	0,60	30	0,36	0,47
7	0,78	0,94	19	0,46	0,58	31	0,36	0,46
8	0,72	0,88	20	0,45	0,57	32	0,36	0,45
9	0,68	0,83	21	0,44	0,56	33	0,34	0,45
10	0,64	0,79	22	0,43	0,54	34	0,34	0,44
11	0,61	0,76	23	0,42	0,53	35	0,33	0,43
12	0,58	0,73	24	0,41	0,52	36	0,33	0,43
13	0,56	0,70	25	0,49	0,51	37	0,33	0,43
14	0,54	0,68	26	0,39	0,51	38	0,32	0,41
15	0,52	0,66	27	0,38	0,49	39	0,32	0,41
16	0,50	0,64	28	0,38	0,48	40	0,31	0,40

Величина кута φ (в радіанах) для процентних долей у процесі обчислення критерію φ^* Фішера

%	%, останній десятковий знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення $\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p}$										
0,0	0,000	0,020	0,028	0,035	0,040	0,045	0,049	0,0531	0,057	0,060
0,1	0,063	0,066	0,069	0,072	0,075	0,077	0,080	0,082	0,085	0,087
0,2	0,089	0,092	0,094	0,096	0,098	0,100	0,102	0,104	0,106	0,108
0,3	0,110	0,111	0,113	0,115	0,117	0,118	0,120	0,122	0,123	0,125
0,4	0,127	0,128	0,130	0,131	0,133	0,134	0,136	0,137	0,139	0,140
0,5	0,142	0,143	0,144	0,146	0,147	0,148	0,150	0,151	0,153	0,154
0,6	0,155	0,156	0,158	0,159	0,160	0,161	0,163	0,164	0,165	0,166
0,7	0,168	0,169	0,170	0,171	0,172	0,173	0,175	0,176	0,177	0,178
0,8	0,179	0,180	0,182	0,183	0,184	0,185	0,186	0,187	0,188	0,189
0,9	0,190	0,191	0,192	0,193	0,194	0,195	0,196	0,197	0,198	0,199
1	0,200	0,210	0,220	0,229	0,237	0,246	0,254	0,262	0,269	0,277
2	0,284	0,291	0,298	0,304	0,311	0,318	0,324	0,330	0,336	0,342
3	0,348	0,354	0,360	0,365	0,371	0,376	0,382	0,387	0,392	0,398
4	0,403	0,408	0,413	0,418	0,423	0,428	0,432	0,437	0,442	0,446
5	0,451	0,456	0,460	0,465	0,469	0,473	0,478	0,482	0,486	0,491
6	0,495	0,499	0,503	0,507	0,512	0,516	0,520	0,524	0,528	0,532
7	0,536	0,539	0,543	0,547	0,551	0,555	0,559	0,562	0,566	0,570
8	0,574	0,577	0,581	0,584	0,588	0,592	0,595	0,599	0,602	0,606
9	0,609	0,613	0,616	0,620	0,623	0,627	0,630	0,633	0,637	0,640
10	0,644	0,647	0,650	0,653	0,657	0,660	0,663	0,666	0,670	0,673
11	0,676	0,679	0,682	0,686	0,689	0,692	0,695	0,698	0,701	0,704
12	0,707	0,711	0,714	0,717	0,720	0,723	0,726	0,729	0,732	0,735
13	0,738	0,741	0,744	0,747	0,750	0,752	0,755	0,758	0,761	0,764
14	0,767	0,770	0,773	0,776	0,778	0,781	0,784	0,787	0,790	0,793
15	0,795	0,798	0,801	0,804	0,807	0,809	0,812	0,815	0,818	0,820
16	0,823	0,826	0,828	0,831	0,834	0,837	0,839	0,842	0,845	0,847