

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені МИХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО

ІНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФІЗИКИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ  
Кафедра інноваційних та інформаційних технологій в освіті

**Коношевський Л.Л., Шахіна І.Ю.**

# ОБРОБКА ПСИХОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ІКТ

Навчально-методичний посібник

ВІННИЦЯ – 2011

ББК 32.973я73  
УДК 004.9:159.9.07(075.8)  
К 64

**Коношевський Л. Л.** Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ : Навчально-методичний посібник / Л. Л. Коношевський, І. Ю. Шахіна. – Вінниця : ТОВ Фірма «Планер», 2011. – 200 с.

Рекомендовано до друку кафедрою інноваційних та інформаційних технологій в освіті Інституту математики, фізики та технологічної освіти (протокол № 17 від 4 травня 2011 р.)

Схвалено вченою радою Інституту математики, фізики та технологічної освіти, протокол № 11 від 2 червня 2011 року.

*Рецензенти:*

В.І. Клочко – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики (Вінницький національний технічний університет);

В.І. Імбер – кандидат педагогічних наук, заступник директора з наукової роботи Інституту педагогіки, психології і мистецтв (Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського).

У посібнику розглянуто теоретичні відомості та лабораторні роботи, теми індивідуально-дослідних робіт, питання, що виносяться на залік, адреси найбільш популярних Internet-ресурсів у галузі культури та освіти, вимоги щодо рівня знань і вмінь, критерії та шкала оцінювання й розподіл балів для вивчення курсу «Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ». Основна увага приділена формуванню вмінь і навичок роботи з комп'ютером, оволодінню інформаційними технологіями обробки даних.

Використані інноваційні методи навчання сприятимуть розвитку творчої особистості студентів, допоможуть закріпити, поглибити та систематизувати знання, одержані під час лекційних та лабораторних занять з предмету «Обробка психологічних досліджень засобам ІКТ».

Посібник адресовано: викладачам ВНЗ, вчителям ЗСШ, ПТНЗ і студентам педагогічних університетів.

© Коношевський Л. Л., Шахіна І. Ю., 2011

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
СТРУКТУРА КУРСУ.....	6
РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ.....	7
ВИМОГИ ЩОДО РІВНЯ ЗНАНЬ І ВМІНЬ.....	8
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	9
ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ТА РОЗПОДІЛ БАЛІВ.....	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1. Доведення статистичної гіпотези в середовищі EXCEL.....	12
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. Знаходження кореляції в середовищі EXCEL.....	22
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. Знаходження коефіцієнта асоціації за Пірсоном (для дихотомічних змінних) в середовищі EXCEL.....	32
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4. Кореляційне відношення Пірсона. U-критерій Манна-Уїтні.....	42
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5. Порівняння декількох вибірок за Уїлкоксоном. T-критерій Вілкоксона.....	55
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6. L-критерій тенденцій Пейджа. S-критерій тенденцій Джонкіра.....	66
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7. Кутове перетворення Фішера (критерій $\varphi^*$ )... ..	76
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8-9. Критерій узгодженості розподілів $\chi^2$ – Пірсона.....	84
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 10. Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок.....	97
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 11. Однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок.....	103
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 12-14 (6 год). Застосування графіків і діаграм середовища Microsoft Excel в психологічних дослідженнях.....	110
ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	147
ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ.....	148
Методичні рекомендації щодо виконання індивідуального завдання з дисципліни «Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ».....	150
ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ.....	152
ЛІТЕРАТУРА.....	154
Основна.....	154
Додаткова.....	157
ДЖЕРЕЛА INTERNET.....	158
ДОДАТКИ.....	160
Додаток А. Значення критерію Стюдента $t_{кр}$ за різної кількості ступенів свободи.....	160
Додаток Б. Значущість критерію Уїлкоксона для множинних порівнянь..	161
Додаток В. Критичні значення U-критерію Манна-Уїтні для рівнів статистичної значущості $\alpha < 0,05$ і $\alpha < 0,01$ .....	162
Додаток Д. Критичні значення критерію T-Вілкоксона для рівнів	174

статистичної значущості $\alpha \leq 0,05$ і $\alpha \leq 0,01$ .....	
Додаток Е. Критичне значення вибіркового коефіцієнта кореляції рангів (за Спірменом).....	175
Додаток Ж. Величина кута $\varphi$ (в радіанах) для процентних долей у процесі обчислення критерію $\varphi^*$ Фішера.....	176
Додаток З. Рівні статистичної значущості різних значень критерію $\varphi^*$ Фішера.....	180
Додаток И. Критичні значення критерію $\chi^2$ для рівнів статистичної значущості $\alpha \leq 0,05$ і $\alpha \leq 0,01$ за різної кількості ступенів свободи.....	181
Додаток К. Критичні значення критерію тенденцій S-Джонкіра для кількості груп ( $c$ ) від трьох до шести ( $3 \leq c \leq 6$ ) и кількості досліджуваних у кожній групі від двох до десяти ( $2 \leq n \leq 10$ )	182
Додаток Л. Критичне значення критерію тенденцій L Пейджа для кількості умов від трьох до шести ( $3 \leq C \leq 6$ ) і кількості досліджуваних від двох до дванадцяти ( $2 \leq n \leq 12$ ).....	183
Додаток М. Критичне значення критерію F-Фішера для рівнів статистичної значущості $\alpha \leq 0,05$ і $\alpha \leq 0,01$ .....	184
СЛОВНИК.....	190
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	198

## ВСТУП

*Метою* курсу «Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ» є формування у майбутнього фахівця знань з основ застосування персонального комп'ютера, для обробки психологічних досліджень. Курс спрямовано на набуття студентами базових знань, на основі котрих у межах дисциплін психологічного циклу наступних семестрів будуть формуватися такі вміння й навички обробки психологічних досліджень засобами інформаційно-комунікаційних технологій, які дозволяють у подальшому всебічно, усвідомлено й ефективно використовувати комп'ютер і засоби інформаційно-комунікаційних технологій у своїй професійній діяльності. Розвиток обчислювальної техніки, насичення ринку новими програмними продуктами, нове бачення концепції інформатизації освіти ставить на повістку дня необхідність постійного корегування змісту курсу виходячи з сучасних вимог до випускника ВНЗ. Тому майбутній фахівець має оволодіти, передусім, базовими технологіями обробки психологічних досліджень і вміти швидко адаптуватися на ринку програмних продуктів (прикладного та професійного призначення), що швидко змінюються.

Основними *завданнями* курсу є:

- ↪ формування в студентів інформаційної культури й інформаційного світогляду;
- ↪ відпрацювання вмінь представлення даних найбільш адекватним чином, використовуючи графічне, табличне, текстове, мультимедійне подання;
- ↪ освоєння основних понять і визначень;
- ↪ ознайомлення з сучасними та персональними системами обробки даних психологічних досліджень.

У ході освоєння студентами змісту навчальної дисципліни рекомендується застосовувати в якості інформаційно-методичної підтримки комп'ютерно-орієнтований навчально-методичний комплекс із дисципліни, що включає електронні презентації лекційних занять, завдання для лабораторних занять, приклади виконання типових завдань, матеріали для самостійної роботи

студентів, тестові завдання.

Типовим навчальним планом на вивчення дисципліни «Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ» всього відводиться 54 год., із них 34 год. аудиторних: 4 год. лекційних, 30 год. лабораторних занять, 20 год. відводиться на самостійну роботу студентів. Студенти вивчають дану дисципліну впродовж 1 семестру.

## **СТРУКТУРА КУРСУ**

Дисципліна „Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ” передбачає лекційні, лабораторні, індивідуальні заняття студента під керівництвом викладача та самостійну роботу студента, що забезпечує закріплення теоретичних знань, сприяє набуттю практичних навичок і розвитку самостійного наукового мислення. Вивчення дисципліни дає підґрунтя для подальшого використання інформаційно-комунікаційних технологій у численних спеціальних методах дискретизації й аналізу інформації.

## РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

На вивчення даної дисципліни впродовж семестру навчальним планом відведено 1,5 кредиту – всього 54 навчальні години, що розподілені таким чином:

Семестр	Кількість кредитів	Форми підсумкового контролю	Кількість годин				Самостійна робота
		Залік	всього	в т.ч. аудиторних занять			
				всього	лекцій	лабораторних	
	1,5	залік	54	34	4	30	20
<b>3 семестр</b>	<b>1,5</b>	<b>залік</b>	<b>54</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>20</b>

Викладання дисципліни ґрунтується на базі одного змістового модуля після, якого здійснюється – підсумковий контроль (залік).

Модульна будова курсу дозволяє врахувати специфіку використання інформаційно-комунікаційних технологій і дозволяє гнучко реагувати на побажання замовника.

## ВИМОГИ ЩОДО РІВНЯ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

У результаті вивчення дисципліни студент має:

### **знати:**

- основні сучасні й перспективні системи обробки психологічних даних;
- роль інформаційно-комунікаційних технологій в професійній діяльності психолога;
- можливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій в процесі підготовки й проведення психологічних досліджень;
- принципи обробки табличної інформації, що збирається в процесі практичної діяльності психолога, можливості візуалізації результатів вимірювальних процедур, аналізу й прогнозу процесів на основі статистичних даних;
- прийоми статистичної обробки експериментальних даних за допомогою електронних таблиць;

### **вміти:**

- працювати з сучасними системами обробки психологічних даних (електронні таблиці);
- коректно ставити завдання, для розв'язання котрих використовується табличний процесор, подавати емпіричні дані в електронних таблицях, автоматизувати проведення в них математичних розрахунків, оперативно й точно статистично опрацьовувати та наочно подавати результати психологічного експерименту або вимірювання.

**мати навички:** роботи з електронними таблицями Excel.



## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ

У процесі викладання даного курсу застосовується модульно-рейтингова система оцінювання та оцінювання знань студентів за результатами проведених теоретичних опитувань, тестів, (як аудиторних, так і позааудиторних), виконання і захисту лабораторних робіт, творчих проектів та інших форм поточного контролю знань.

Застосовувані **види контролю**:

- поточний контроль під час лабораторних занять;
- підсумковий контроль для одержання студентом залікового кредиту;

Застосовувані **форми контролю**:

- захист лабораторної роботи;
- захист навчального проекту;
- залік.

**Види оцінюваної навчальної діяльності студента:**

- присутність на лекційному занятті;
- підготовка до лабораторного заняття;
- виконання лабораторної роботи;
- захист лабораторної роботи;
- виконання творчого завдання.

**Методи для викладання навчальної дисципліни:** лекції, лабораторні заняття.

**Методи оцінювання:** поточний контроль, підсумковий контроль.

**Форми підсумкового контролю:** контрольна робота, тестування.

## ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ТА РОЗПОДІЛ БАЛІВ

Контроль успішності та якості знань студентів здійснюється з використанням методів і засобів, що визначаються Вінницьким державним педагогічним університетом. Академічні успіхи студента оцінюються за шкалою педуніверситету в балах, за шкалою ECTS та за традиційною національною шкалою.

Критеріями вищезазначених оцінок орієнтовано можуть бути такі:

☞ 90-100 балів, А, відмінно. Студент повністю засвоїв навчальний матеріал, виконав усі змістові та кредитні модулі, отримав усі залікові кредити та відповідні бали за поточний і підсумковий контроль, активно займається науковою роботою;

☞ 82-89 балів, В, добре. Студент в основному засвоїв навчальний матеріал. Не в повному обсязі висвітлив питання в процесі написання підсумкової контрольної роботи за семестр або навчальний рік, систематично займався науковою роботою;

☞ 75-81 бал, С, добре. Незначну частину навчального матеріалу не засвоїв на рівні програмних вимог, не систематично займався науково-дослідною роботою;

☞ 67-74 бали, D, задовільно. Студент допустив ряд фактичних помилок під час написання письмових поточних і підсумкових контрольних робіт, не брав участі у науковій роботі;

☞ 60-66 балів, E, задовільно. Студент недостатньо засвоїв більше половини навчального матеріалу. На низькому рівні виконав поточні та підсумкові письмові контрольні роботи, у результаті чого йому не зараховані окремі змістові і кредитні модулі, не займався науковою роботою;

☞ 35-59 балів, FX, незадовільно. Студент не засвоїв навчального матеріалу, не отримав більшості залікових кредитів, не справився з підсумковими і заліковою письмовими контрольними роботами, не склав один екзамен або один залік, не завершив виконання ІНДЗ;

☞ 1-34 балів, F, незадовільно. Студент не засвоїв навчального матеріалу, отримав лише окремі залікові кредити, не склав два екзамени і два заліки.

За підсумками навчання за один семестр студент може отримати не більше 100 балів. Сюди входять бали, отримані за всі види навчальної діяльності студента: лекційні, лабораторні заняття, творчі проекти, реферати, індивідуальна і самостійна робота, всі види контролю.

Оцінювання знань, умінь і навичок під час складання заліку може відбуватися у такій послідовності:

1. Якщо студент протягом семестру отримав від 60 до 100 балів, то за шкалою ECTS йому виставляється одна з оцінок A, B, C, D, E і за національною шкалою оцінка „зараховано”.

2. Якщо студент протягом семестру отримав від 1 до 60 балів, то за шкалою ECTS йому виставляється оцінка F або X і за національною шкалою оцінка „не зараховано”. Після додаткової роботи над навчальним матеріалом він зобов’язаний скласти залік.

3. Якщо студент протягом семестру отримав від 60 до 80 балів, то для підвищення рейтингового балу він має право скласти залік.

Усі питання про оцінювання знань, умінь і навичок студента в межах вищевикладених вимог вирішує кафедра.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

**Тема:** Доведення статистичної гіпотези в середовищі EXCEL

**Мета:** Ознайомитись з поняттями статистичної гіпотези та критерієм t-Ст'юдента (Госсета); отримати практичні навички обчислення статистичної гіпотези в середовищі Excel.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Микляев А. Настольная книга пользователя. – М. : «Салон», 1998. – 604 с.

8. Додж. М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

У процесі обробки матеріалів дослідження психолог висуває гіпотези, які систематизують його припущення і представляють їх у чіткому і лаконічному вигляді.

Статистичні гіпотези діляться на нульові ( $H_0$ ) й альтернативні ( $H_1$ ).

Гіпотеза  $H_0$  – це гіпотеза про відсутність відмінностей, наприклад, рівень фізичної агресії у хлопців і дівчат однаковий.

Гіпотеза  $H_1$  – це гіпотеза про значущість відмінностей, наприклад, рівень фізичної агресії у хлопців вищий, ніж у дівчат.

### **Рівні статистичної значущості**

Рівень значущості – це вірогідність ( $\alpha$ ) відхилення нульової гіпотези, тоді як вона правильна. Іншими словами – це упевненість в прийнятті гіпотези  $H_1$ . Тобто, чим вищий рівень значущості, тим вища упевненість в правильності прийняття гіпотези  $H_1$  і тим менша вірогідність зробити в процесі цього помилку.

У практиці статистичних вимірів у психології прийнято вважати нижчим рівнем статистичної значущості 5% рівень ( $\alpha \leq 0,05$ ); достатнім 1% рівень ( $\alpha \leq 0,01$ ) і вищим рівнем 0,1% ( $\alpha < 0,001$ ).

Пояснимо це на прикладі. Хай необхідно визначити якість меду в 100-літровій бочці в ситуаціях, коли в неї попало 5 літрів, 1 літр і 100 грамів дьогтю. У першому випадку рівень оцінки якості меду буде дуже низьким із-за 5% добавки дьогтю. У другому випадку він буде значно вищий із-за 1% добавки дьогтю, і в третьому випадку рівень оцінки якості меду буде самим високим з розглянутих вище.

Прийняття тієї або іншої статистичної гіпотези здійснюється за допомогою статистичних критеріїв.

### **Статистичні критерії**

Статистичний критерій – це вирішальне правило прийняття достеменної і відхилення помилкової гіпотези з високою ймовірністю.

Критерії діляться на параметричні та непараметричні.

Параметричні критерії включають у формулу розрахунку параметри розподілу ознаки, що вивчається, такі, як середнє, стандартне відхилення, і дисперсію. До параметричних критеріїв відносяться критерії *t-Стьюдента* і лінійний коефіцієнт кореляції за Пірсоном.

Емпіричне значення критерію *t-Стьюдента* обчислюється за формулою:

$$t_e = \frac{|\bar{X} - \bar{Y}|}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n_x} + \frac{\sigma_y^2}{n_y}}},$$

де  $\bar{X}$  і  $\bar{Y}$  – середні значення ознаки відповідно за першою і другою вибірками;

$\sigma_x^2$  і  $\sigma_y^2$  – дисперсії ознаки, що вивчається, відповідно за першою і другою вибірками;

$n_x$  і  $n_y$  – кількість випробовуваних у першій і другій вибірках.

Потім обчислюють кількість ступенів свободи за формулою  $\nu = n_x + n_y - 2$ . Для обчисленого значення  $\nu$  за таблицею критерію *t-Стьюдента* (див. додаток А) знаходять критичні значення ( $t_{\epsilon\delta}$ ) для рівня значущості ( $\alpha \leq 0,05$ ) і ( $\alpha \leq 0,01$ ), тобто

$$t_{kp} = \begin{cases} t_{kp1}(\alpha \leq 0,05) \\ t_{kp2}(\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Після чого порівнюють  $t_e$  з  $t_{\epsilon\delta}$ , за цього можливі два випадки:  $t_e \geq t_{\epsilon\delta}$  приймається гіпотеза  $H_1$ , на відповідному рівні значущості:  $t_{\epsilon\delta} > t_e$  приймається гіпотеза  $H_0$ .

Емпіричне значення лінійного коефіцієнта кореляції за Пірсоном обчислюється за формулою:

$$r_e = \frac{\bar{X} \cdot \bar{Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{\sum (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sigma_x \cdot \sigma_y \cdot (n-1)}.$$

Обчислене значення лінійного коефіцієнта кореляції ( $r_e$ ) перевіряють на надійність  $t_e = |r_e| \cdot \sqrt{n-3}$ , де  $t_e$  – коефіцієнт надійності, а  $n$  – кількість корельованих пар.

Потім для кількості ступенів  $\nu = \infty$  за таблицею критерію t-Стюдента (див. додаток А) знаходять критичні значення, тобто:

$$t_{e\delta} = \begin{cases} t_{e\delta 1} (\alpha \leq 0,05) \\ t_{e\delta 2} (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

які порівнюють з  $t_e$ , за цього можливі два випадки:  $t_e \geq t_{e\delta}$  приймається гіпотеза  $H_1$ , на відповідному рівні значущості;  $t_{e\delta} > t_e$  приймається гіпотеза  $H_0$ .

Слід пам'ятати, що  $-1 \leq r_e \leq +1$ . Якщо  $r_e < 0$ , то кореляція між ознаками зворотна, тобто зі зростанням однієї ознаки інша убуває. Якщо  $r_e > 0$  – кореляція між ознаками пряма, тобто зі зростанням однієї ознаки інша теж зростає або з убуванням однієї ознаки інша теж убуває.

Параметричні критерії можна застосовувати лише у тому випадку, коли ознака, що вивчається, підкоряється нормальному закону розподілу.

### Перевірка нормальності розподілу ознаки, що вивчається

Є декілька способів перевірки розподілу ознаки, що вивчається, на нормальність. Розглянемо один із них, заснований на перевірці за формулами Є.І. Пустильника. Розраховують критичні значення для показників асиметрії (А) і ексцесу (Е):

$$A_{e\delta} = 3 \cdot \sqrt{\frac{6 \cdot (n-1)}{(n+1) \cdot (n+3)}} \quad E_{e\delta} = 5 \cdot \sqrt{\frac{24 \cdot n \cdot (n-2) \cdot (n-3)}{(n+1)^2 \cdot (n+3) \cdot (n+5)}}$$

$$A_e = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot \sigma^3} \quad E_e = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n \cdot \sigma^4} - 3,$$

$$\text{де } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad n - \text{кількість спостережень.}$$

Якщо виконуються обидві нерівності  $A_e < A_{\hat{e}\hat{d}}$  і  $E_e < E_{\hat{e}\hat{d}}$ , то розподіл ознаки, що вивчається, не відрізняється від нормального розподілу.

**Непараметричні критерії** не включають у формулу розрахунку параметри розподілу ознаки, що вивчається, і ґрунтуються на операції частотами або рангами. Прикладами таких критеріїв можуть служити U критерій Манна-Уїтні, S-критерій Джонкіра, T-критерій Вілкоксона, кутовий критерій Фішера і т.д. Непараметричні критерії невимогливі до закону розподілу ознаки, що вивчається, і дуже прості в розрахунках.

### Потужність критерію

*Потужність критерію* – це його здатність відхилити нульову гіпотезу про відсутність відмінностей, якщо вона неправильна.

Потужність критерію визначається емпіричним шляхом. Одне і те ж завдання може бути розв'язана допомогою різних критеріїв, за цього виявляється, що одні критерії дозволяють виявити відмінності, а інші ні. Треба пам'ятати, що з двох критеріїв, використуваних для розв'язання завдання, на довіру заслуговує той, який зміг відхилити нульову гіпотезу. Якщо ж перший і другий критерії підтвердили нульову гіпотезу, то на довіру заслуговують обидва.

Розглянемо детальніше статистичні критерії і покажемо, як їх застосовувати для розв'язання конкретних завдань психології вручну і засобами автоматизації.

### Критерій t-Стюдента (Госсета)

Застосовується для порівняння двох вибірок за рівнем будь-якої ознаки, кількісно вимірної.



**Приклад 1.** Тестом на емоції було протестовано дитину (Д), маму (М) і батька (Б), які одержали наступні бали:

Д: 7, 5, 5, 1, 0, 3, 0, 1, 0, 0,1

М: 5, 4, 1, 2, 1, 3, 3, 5, 3, 2,1

Б: 9, 0, 0, 0, 0, 0, 2, 3, 1, 2,4

До кого з батьків за емоціями ближче дитина?

Попарно порівнюватимемо емоції дитини і мами, емоції дитини і батька за допомогою критерію t-Ст'юдента, для чого складемо таблицю.

Дитина $X_1$	$(X_1 - \bar{X}_1)^2$	Мама $X_2$	$(X_2 - \bar{X}_2)^2$	Батько $X_3$	$(X_3 - \bar{X}_3)^2$
7	24,108	5	5,153	9	50,268
5	8,468	4	1,613	0	3,648
5	8,468	1	2,993	0	3,648
1	1,188	2	0,533	0	3,648
0	4,368	1	2,993	0	3,648
3	0,828	3	0,073	0	3,648
0	4,368	3	0,073	2	0,008
1	1,188	5	5,153	3	1,188
0	4,368	3	0,073	1	0,828
0	4,368	2	0,533	2	0,008
1	1,188	1	2,993	4	4,368
$\Sigma$	23	30	22,183	21	74,908

$$\bar{X}_1 = \frac{23}{11} = 2,09;$$

$$\bar{X}_2 = \frac{30}{11} = 2,727;$$

$$\bar{X}_3 = \frac{21}{11} = 1,91$$

$$\sigma_1^2 = \frac{62,909}{11-1} = 6,291;$$

$$\sigma_2^2 = \frac{22,183}{11-1} = 2,218;$$

$$\sigma_3^2 = \frac{74,909}{11-1} = 7,491$$

Аналізуючи середні значення емоцій для дитини, мами і батька, сформулюємо гіпотези.

$H_0$  : дитина не відрізняється за емоціями від мами і батька.

$H_1$  : дитина за емоціями ближче до батька.

$$t_{1,2} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} = \frac{|2,09 - 2,727|}{\sqrt{\frac{6,291}{11} + \frac{2,218}{11}}} = 0,725; \quad \text{і}$$

$$t_{1,3} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_3|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_3^2}{n_3}}} = \frac{|2,09 - 1,91|}{\sqrt{\frac{6,291}{11} + \frac{7,491}{11}}} = 0,16;$$

де  $t_{1,2}$  і  $t_{1,3}$  – емпіричні значення критерію t-Стюдента, обчислені в процесі порівняння емоцій дитини і мами, дитини і батька.

Потім знаходять кількість ступенів свободи

$$v = n_1 + n_2 - 2 = 11 + 11 - 2 = 20.$$

За таблицею критерію t-Стюдента знаходимо критичні значення (див. додаток А).

$$t_{\epsilon\delta} = \begin{cases} 2,09 (\alpha \leq 0,05) \\ 2,84 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Далі емпіричні значення  $t_{1,2}$  і  $t_{1,3}$  порівнюють з  $t_{\epsilon\delta}$ . З порівняння видно, що

$t_{\epsilon\delta} > t_{1,2} = 0,724$  і  $t_{\epsilon\delta} > t_{1,3} = 0,16$ , а це означає, що підтверджується гіпотеза

$H_0$ , тобто дитина не відрізняється за емоціями від мами і батька.

EXCEL-програма розв'язання задачі прикладу 1 за допомогою критерію

t-Стьюдента (рис. 1.)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЮ t-СТЬЮДЕНТА</b>										
2	<b>РОЗВ'ЯЗАННЯ</b>										
3											
4	Тестом на емоції було протестовано: дитина (Д), мама (М) і батько (Б), які одержали такі бали:						Д		М		Б
5							7		5		9
6							5		4		0
7							5		1		0
8		Д	М	Б			1		2		0
9		7	5	9			0		1		0
10		5	4	0			3		3		0
11		5	1	0			0		3		2
12		1	2	0			1		5		3
13		0	1	0			0		3		1
14		3	3	0			0		2		2
15		0	3	2			1		1		4
16		1	5	3		X1=	2,09	X2=	2,73	X3=	1,91
17		0	3	1		D1=	6,29091	D2=	2,218	D3=	7,49
18		0	2	2							
19		1	1	4							
20	До кого з батьків за емоціями ближча дитина?										
21						T1,2=	0,72354		Ткрит=	2,09(<=0,05)	
22						T1,3=	0,16244			2,84(<=0,01)	

У процесі цього у відповідні комірки записуються такі формули:

(G16) → =CP3HACH(G5:G15) (G17) → =ДИСП(G5:G15)

(I16) → =CP3HACH(I5:I15) (I17) → =ДИСП(I5:I15)

(K16) → =CP3HACH(K5:K15) (K17) → =ДИСП(K5:K15)

(G21) → =ABS(G16-I16)/КОРЕНЬ(G17/11+I17/11)

(G22) → =ABS(G16-K16)/КОРЕНЬ(G17/11+K17/11)

де запис (G16) означає комірку з адресою G16, стрілка → означає запис у комірку, а вираз =CP3HACH(G5:G15) є відповідною формулою, записуваною в дану комірку.

## ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

1. Розв'язати завдання в середовищі EXCEL за допомогою критерію t-Стьюдента:

*У студентів двох груп був вимірний рівень вербального інтелекту за допомогою методики Векслера. У першій групі 14, а в другій 12 осіб. Чи можна стверджувати, що одна з груп переважає іншу за рівнем вербального інтелекту?*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		<b>ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЮ t-СТЬЮДЕНТА</b>								
2										
3										
4	Перевірявся вербальний інтелект у студентів двох груп									
5	Група Г1 і Група 2 Г2 одержані наступні бали:							РОЗВ'ЯЗАННЯ		
6										
7							X1=	131,21	X2=	122,25
8		Г1	Г2				D1=	20,95055	D2=	24,02273
9		132	126							
10		134	127				T <sub>емп</sub> =	4,792734		
11		124	132							
12		132	120							
13		135	119				T <sub>крит</sub> =	2,06(<=0,05)		
14		132	126					2,80(<=0,01)		
15		131	120							
16		132	123							
17		121	120							
18		127	116							
19		136	123							
20		129	115							
21		136								
22		136								
23										
24	В якій групи вищий вербальний інтелект?									

У процесі цього у відповідні комірки мають бути записані такі формули:

$$(H7) \rightarrow =CP3HACH(B9:B22)$$

$$(H8) \rightarrow =ДИСП(B9:B22)$$

$$(J7) \rightarrow =CP3HACH(C9:C20)$$

(J8) → =ДИСП(C9:C20)

(H10) → =ABS(H7-J7)/КОРЕНЬ(H8/I4+J8/I2)

**Коментар до завдання.** Аналізуючи середні значення ( $X_1$  і  $X_2$ ) вербального інтелекту у 1-й і 2-й групах сформулюємо гіпотези.  $H_0$ : рівень вербального інтелекту в першій групі не вищий, ніж у другій;  $H_1$ : перша група перевершує другу за рівнем вербального інтелекту.

З порівняння Темп з  $T_{\text{крит}}$  видно, що Темп >  $T_{\text{крит}}$  на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто приймається гіпотеза  $H_1$  на рівні значущості 1%.

### ***Контрольні питання:***

1. Що таке статистична гіпотеза?
2. Яка відмінність між нульовою і альтернативною гіпотезою?
3. Що таке рівень статистичної значущості?
4. Як поділяються критерії?
5. За якою формулою визначають критерій t-Ст'юдента?
6. Що таке потужність критерію?
7. У яких випадках застосовують критерій Госсета?
8. Що використовують у Excel для розв'язання психологічних завдань?
9. Які формули у Excel використовують для визначення критерію t-Ст'юдента?
10. За допомогою чого доводять статистичну гіпотезу у середовищі Excel?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

### **Тема: Знаходження кореляції в середовищі EXCEL**

**Мета:** Ознайомитись з поняттям кореляції, коефіцієнтом кореляції за Пірсоном та коефіцієнтом кореляції рангів за Спірменом; отримати практичні навички обчислення коефіцієнта кореляції Пірсона та рангового коефіцієнта кореляції Спірмена в середовищі Excel.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Микляев А. Настольная книга пользователя. – М. : «Салон», 1998. – 604 с.

8. Додж. М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ:

### *Кореляція*

Дуже часто психолога цікавлять зв'язки, що існують між явищами, що вивчаються. Якщо кожному значенню одної ознаки відповідає сповна певне значення іншої ознаки, то зв'язок називається функціональним. Так, площа круга  $S$  однозначно визначається його радіусом  $R$ , оскільки  $S = \pi R^2$ .

Коли кожному значенню однієї ознаки відповідає декілька більш менш відмінних значень іншої ознаки, зв'язок іменується імовірнісним або кореляційним. Так, наприклад, є взаємозалежними варіації величини росту і ваги тіла людей (прямий зв'язок), сили м'язів і їх рухливості (зворотний зв'язок).

Міра варіювання значень однієї ознаки за даного значення іншого може бути різною, якщо ця міра варіювання відносно мала, то зв'язок близький до функціонального. За великого варіювання зв'язок між явищами, що вивчаються, менш виражений, міра зв'язку менша. Якщо будь-якому значенню однієї ознаки може відповідати будь-яке значення іншої ознаки, то зв'язок між такими ознаками відсутній. Кореляційні зв'язки, таким чином, можуть бути різної міри вираженості, різної міри тісноти.

Граничним випадком найбільшої тісноти зв'язку є зв'язок функціональний. Найменша тіснота зв'язку відповідає випадку відсутності зв'язку, коли варіювання обох ознак здійснюється взаємно незалежно. Міра тісноти зв'язку може бути виражена за допомогою спеціальних коефіцієнтів кореляції.

### ***Лінійний коефіцієнт кореляції за Пірсоном***

У процесі вивчення тісноти зв'язку між двома взаємно залежними ознаками застосовується лінійний коефіцієнт кореляції, який показує, чи існує і наскільки великий зв'язок між цими ознаками.

Коефіцієнт кореляції набуває значень від  $-1$  до  $+1$ . У цих межах можливі всі числові значення коефіцієнта кореляції. Якщо жодного зв'язку між ознаками не існує, то коефіцієнт дорівнює  $0$ . За позитивної кореляції в процесі збільшення числових значень однієї ознаки відповідно збільшуються числові значення іншої ознаки. За негативної кореляції збільшенню числових значень однієї ознаки відповідає зменшення числових значень іншої ознаки.

*Приклад. Наводяться дані про тривалість ознайомлення (у секундах) і часу сприйняття (у секундах) системи просторових ліній.*

*Ознайомлення X: 2,5 1,9 3,7 2,0 4,3 2,4 2,3 4,8 1,7 3,2 3,6 2,3 4,9 1,8 2,8 4,0 1,8 3,0 2,4 4,5 2,3 3,4 2,0 2,5;  $n_1 = 24$ .*

Сприйняття  $Y$ : 3,2 1,5 2,4 3,6 4,5 3,0 3,1 4,2 2,9 3,5 4,0 3,0 4,3 2,5 2,9 3,6 2,5 3,2 2,9 3,9 2,7 3,6 2,4 3,0;  $n_2 = 24$ .

*Що можна сказати про існування зв'язку між цими параметрами діяльності?*

Покажемо, як розв'язати це завдання за допомогою лінійного коефіцієнта кореляції за Пірсоном.

Для розв'язання завдання за допомогою лінійного коефіцієнта кореляції за Пірсоном складемо таблицю.

№ п/п	$X$	$Y$	$X \cdot Y$	$X^2$	$Y^2$
1	2,5	3,2	8,00	6,25	10,24
2	1,9	1,5	2,85	3,61	2,25
3	3,7	2,4	8,88	13,69	5,76
4	2,0	3,6	7,20	4,00	12,96
5	4,3	4,5	19,35	18,49	20,25
6	2,4	3,0	7,20	5,76	9,00
7	2,3	3,1	7,13	5,29	9,61
8	4,8	4,2	20,16	23,04	17,64
9	1,7	2,9	4,93	2,89	8,41
10	3,2	3,5	11,20	10,24	12,25
11	3,6	4,0	14,40	12,96	16,00
12	2,3	3,0	6,90	5,29	9,00
13	4,9	4,3	21,07	24,01	18,49
14	1,8	2,5	4,50	3,24	6,25
15	2,8	2,9	8,12	7,84	8,41
16	4,0	3,6	14,40	16,00	12,96
17	1,8	2,5	4,50	3,24	6,25
18	3,0	3,2	9,60	9,00	10,24
19	2,4	2,9	6,96	5,76	8,41
20	4,5	3,9	17,55	20,75	15,21
21	2,3	2,7	6,21	5,29	7,29
22	3,4	3,6	12,24	11,56	12,96
23	2,0	2,4	4,80	4,00	5,76
24	2,5	3,0	7,50	6,25	9,00
Середні	2,9	3,2	9,819	9,527	10,608



Обчислення середніх виконується за наступними формулами:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}; \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}; n = n_1 = n_2.$$
$$\overline{X^2} = \frac{\sum X^2}{n}; \overline{Y^2} = \frac{\sum Y^2}{n}; \overline{X \cdot Y} = \frac{\sum X \cdot Y}{n},$$

де  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$ ,  $\overline{X^2}$ ,  $\overline{Y^2}$ ,  $\overline{X \cdot Y}$  середні значення. Стандртні відхилення  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  будемо обчислювати за формулами:  $\sigma_x = \sqrt{\overline{X^2} - (\bar{X})^2}$  і  $\sigma_y = \sqrt{\overline{Y^2} - (\bar{Y})^2}$ . Підставивши в останні формули числові значення, одержимо  $\sigma_x = \sqrt{9,527 - (2,9)^2} = 0,983$ ,  $\sigma_y = \sqrt{10,608 - (3,2)^2} = 0,689$ .

Обчислимо лінійний коефіцієнт кореляції за Пірсоном за формулою:

$$r = \frac{\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{9,819 - 2,9 \cdot 3,2}{0,983 \cdot 0,689} \approx 0,77.$$

Перевіримо надійність обчисленого значення коефіцієнта  $r$  за формулою:

$$t_e = |r| \cdot \sqrt{n-3} = 0,77 \cdot \sqrt{24-3} \approx 3,52.$$

Для кількості ступенів свободи  $\nu = \infty$  за таблицею критерію t-Стюдента знайдемо  $t_{кр}$  (див. : додаток А).

$$t_{кр} = \begin{cases} 1,96(\alpha \leq 0,05) \\ 2,58(\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Порівняємо  $t_e$  з  $t_{кр}$ . Бачимо, що  $t_e > t_{кр}$ , а це означає, що зв'язок між параметрами ознайомлення і сприйняття існує значимо на рівні значущості 1% ( $\alpha \leq 0,01$ ).

### ***Коефіцієнт кореляції рангів за Спірменом***

Використовується для визначення тісноти зв'язку між ознаками в разі їх кількісного подання.

Для визначення рангового коефіцієнта кореляції ранжують (у зростаючому або спадаючому порядку) всі значення ознаки X і в той же час записують відповідні значення ознаки Y. Потім визначають ранг за

обома ознаками, тобто номер кожної ознаки в ранжованих рядах. Для рівних значень ознаки ранг знаходиться шляхом ділення суми рангів, що приходяться на них, на кількість рівних значень. Коефіцієнт кореляції рангів обчислюється за формулою:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)},$$

де  $n$  – число корельованих пар значень ознак  $X$ ,  $Y$ ;  $d_i$  – різниця рангів  $i$ -того випробовуваного в першому і другому ранговому ряду.

Коефіцієнт кореляції рангів набуває значень від  $-1$  до  $+1$ . У цих межах можливі всі числові значення коефіцієнта кореляції рангів. Якщо жодного зв'язку між ознаками не існує, то коефіцієнт дорівнює  $0$ . За позитивної кореляції в процесі збільшення числових значень однієї ознаки відповідно збільшуються числові значення іншої ознаки. За негативної кореляції збільшенню числових значень однієї ознаки відповідає зменшення числових значень іншої ознаки.

Покажемо розв'язок завдання прикладу за допомогою коефіцієнта кореляції рангів за Спірменом. Складемо таку таблицю.

№ п/п	X	Y	$R_x$	$R_y$	$d = R_x - R_y$	$d \cdot d$
1	1,7	2,9	1	8	-7	49
2	1,8	2,5	2,5	4,5	-2	4
3	1,8	2,5	2,5	4,5	-2	4
4	1,9	1,5	4	1	3	9
5	2	3,6	5,5	18	-12,5	156,25
6	2	2,4	5,5	2,5	3	9
7	2,3	3,1	8	13	-5	25
8	2,3	3	8	11	-3	9
9	2,3	2,7	8	6	2	4
10	2,4	3	10,5	11	-0,5	0,25
11	2,4	2,9	10,5	8	2,5	6,25
12	2,5	3,2	12,5	14,5	-2	4
13	2,5	3	12,5	11	1,5	2,25
14	2,8	2,9	14	8	6	36
15	3	3,2	15	14,5	0,5	0,25
16	3,2	3,5	16	16	0	0
17	3,4	3,6	17	18	-1	1
18	3,6	4	18	21	-3	9

19	3,7	2,4	19	2,5	16,5	272,25
20	4	3,6	20	18	2	4
21	4,3	4,5	21	24	-3	9
22	4,5	3,9	22	20	2	4
23	4,8	4,2	23	22	1	1
24	4,9	4,3	24	23	1	1
					Сума =	619,5

$$\rho_e = 1 - \frac{6 \cdot \sum d_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \cdot 619,5}{24 \cdot (24^2 - 1)} = 0,73.$$

За таблицею коефіцієнта кореляції рангів за Спірменом знайдемо критичні значення для  $n = 24$  (див. : додаток Б).  $\rho = \begin{cases} 0,50 (\alpha \leq 0,05) \\ 0,64 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$

Порівняємо  $\rho_e$  з  $\rho_{кр}$ . Бачимо, що  $\rho_e > \rho_{кр}$ , а це означає, що приймається гіпотеза  $H_1$  тобто зв'язок між параметрами ознайомлення і сприйняття існує значущо на рівні значущості 1% ( $\alpha \leq 0,01$ ).

### ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

1. Розв'язати завдання в середовищі EXCEL за допомогою лінійного коефіцієнта кореляції за Пірсоном:

*Наводяться дані про тривалість ознайомлення (у секундах) і часу сприйняття (у секундах) системи просторових ліній. Що можна сказати про існування зв'язку між цими параметрами діяльності?*

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>ЗАСТОСУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРЕЛЯЦІЇ ПІРСОНА</b>						
2						ДАНІ	
3	Наводяться дані про тривалість ознайомлення (у секундах) і час сприйняття (у секундах) системи просторових ліній					Ознайомлення	Сприйняття
4						2,5	3,2
5						1,9	1,5
6						3,7	2,4
7						2	3,6
8	Що можна сказати про існування зв'язку між цими параметрами діяльності?					4,3	4,5
9						2,4	3
10						2,3	3,1
11						4,8	4,2

12	РЕЗУЛЬТАТИ РОЗВ'ЯЗКУ:				1,7	2,9
13					3,2	3,5
14	КОЕФІЦІЄНТ КОРЕЛЯЦІЇ				3,6	4
15	ПІРСОНА		0,768753		2,3	3
16					4,9	4,3
17		$t_{емп} =$	3,522867		1,8	2,5
18					2,8	2,9
19		$t_{кр} =$	1,96 ( $\alpha \leq 0,05$ )		4	3,6
20		$t_{кр} =$	2,58 ( $\alpha \leq 0,01$ )		1,8	2,5
21					3	3,2
22					2,4	2,9
23	ЯКЩО $t_{кр} > t_{емп}$ , зв'язку немає				4,5	3,9
24	ЯКЩО $t_{емп} > t_{кр}$ , зв'язок між цими				2,3	2,7
25	параметрами існує значуще				3,4	3,6
26					2	2,4
27					2,5	3

У процесі цього у відповідні комірки записуються такі формули:

(C15) → =ПІРСОН(F4:F27;G4:G27)

(C17) → =ABS(C15)\*КОРЕНЬ(24 – 3), де 24 – обсяг даних.

*Коментар до завдання.* З порівняння  $t_{емп}$  з  $t_{кр}$  видно, що  $t_{емп} > t_{кр}$  на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто приймається гіпотеза  $H_1$  на рівні значущості 1%.  $H_1$  означає, що кореляція між параметрами діяльності, що вивчаються, відрізняється від 0, тобто наявна на рівні значущості 1%.

2. Розв'язати завдання в середовищі EXCEL за допомогою **коефіцієнта кореляції рангів за Спірменом**:

*Наводяться дані про тривалість ознайомлення (у секундах) і часу сприйняття (у секундах) системи просторових ліній. Що можна сказати про існування зв'язку між цими параметрами діяльності?*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Застосування рангового коефіцієнта кореляції за Спірменом</b>									
2										
3	$n =$	24								
4										
5	X	Y	ранг X за	частота рангу X	Rx ранг X за	ранг Y за	частота рангу Y	Ry ранг Y	d = = Rx–Ry	d – d
6										

			Excel		Спир- меном	Excel		за Спир- меном		
7										
8										
9	2,5	3,2	12	2	12,5	14	2	14,5	-2	4
10	1,9	1,5	4	1	4	1	1	1	3	9
11	3,7	2,4	19	1	19	2	2	2,5	16,5	272,25
12	2	3,6	5	2	5,5	17	3	18	-12,5	156,25
13	4,3	4,5	21	1	21	24	1	24	-3	9
14	2,4	3	10	2	10,5	10	3	11	-0,5	0,25
15	2,3	3,1	7	3	8	13	1	13	-5	25
16	4,8	4,2	23	1	23	22	1	22	1	1
17	17	2,9	1	1	1	7	3	8	-7	49
18	3,2	3,5	16	1	16	16	1	16	0	0
19	3,6	4	18	1	18	21	1	21	-3	9
20	2,3	3	7	3	8	10	3	11	-3	9
21	4,9	4,3	24	1	24	23	1	23	1	1
22	1,8	2,5	2	2	2,5	4	2	4,5	-2	4
23	2,8	2,9	14	1	14	7	3	8	6	36
24	4	3,6	20	1	20	17	3	18	2	4
25	1,8	2,5	2	2	2,5	4	2	4,5	-2	4
26	3	3,2	15	1	15	14	2	14,5	0,5	0,25
27	2,4	2,9	10	2	10,5	7	3	8	2,5	6,25
28	4,5	3,9	22	1	22	20	1	20	2	4
29	2,3	2,7	7	3	8	6	1	6	2	4
30	3,4	3,6	17	1	17	17	3	18	-1	1
31	2	2,4	5	2	5,5	2	2	2,5	3	9
32	2,5	3	12	2	12,5	10	3	11	1,5	2,25
33									Сума =	619,5
34								0,5	(0,05)	
35		$R_e = 0,73065$								
36								0,64	(0,01)	

У процесі цього у відповідні комірки записуються такі формули:

$$\left\{ \begin{array}{l} (C9) \rightarrow = РАНГ(A9; A\$9 : A\$32;1) \\ \vdots \\ (C32) \rightarrow = РАНГ(A32; A\$9 : A\$32;1) \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} (D9) \rightarrow = СЧЕТЕСЛИ(A\$9 : A\$32; A9) \\ \vdots \\ (D32) \rightarrow = СЧЕТЕСЛИ(A\$9 : A\$32; A32) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (E9) \rightarrow = \text{ЕСЛИ}(D9 = 1; C9; \text{ЕСЛИ}(D9 = 2; (C9 * 2 + 1)/2; \text{ЕСЛИ}(D9 = 3; (C9 * 3 + 3) / 3; \\ \text{ЕСЛИ}(D9 = 4; (C9 * 4 + 6) / 4; \text{ЕСЛИ}(D9 = 5; (C9 * 5 + 10)/5; \text{ЕСЛИ}(D9 = 6; \\ (C9 * 6 + 15)/6)))))) \\ \dots \\ (E32) \rightarrow = \text{ЕСЛИ}(D32 = 1; C32; \text{ЕСЛИ}(D32 = 2; (C32 * 2 + 1)/2; \text{ЕСЛИ}(D32 = 3; (C32 * 3 + 3) / 3; \\ \text{ЕСЛИ}(D32 = 4; (C32 * 4 + 6) / 4; \text{ЕСЛИ}(D32 = 5; (C32 * 5 + 10)/5; \text{ЕСЛИ}(D32 = 6; \\ (C32 * 6 + 15)/6)))))) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (F9) \rightarrow = \text{РАНГ}(B9; B\$9 : B\$32; 1) \\ \dots \\ (F32) \rightarrow = \text{РАНГ}(B32; B\$9 : B\$32; 1) \end{array} \right. ; \quad \left\{ \begin{array}{l} (G9) \rightarrow = \text{СЧЕТЕСЛИ}(B\$9 : B\$32; B9) \\ \dots \\ (G32) \rightarrow = \text{СЧЕТЕСЛИ}(B\$9 : B\$32; B32) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (H9) \rightarrow = \text{ЕСЛИ}(G9 = 1; F9; \text{ЕСЛИ}(G9 = 2; (F9 * 2 + 1)/2; \text{ЕСЛИ}(G9 = 3; (F9 * 3 + 3) / 3; \\ \text{ЕСЛИ}(G9 = 4; (F9 * 4 + 6) / 4; \text{ЕСЛИ}(G9 = 5; (F9 * 5 + 10)/5; \text{ЕСЛИ}(G9 = 6; \\ (F9 * 6 + 15)/6)))))) \\ \dots \\ (H32) \rightarrow = \text{ЕСЛИ}(G32 = 1; F32; \text{ЕСЛИ}(G32 = 2; (F32 * 2 + 1)/2; \text{ЕСЛИ}(G32 = 3; (F32 * 3 + 3) / 3; \\ \text{ЕСЛИ}(G32 = 4; (F32 * 4 + 6) / 4; \text{ЕСЛИ}(G32 = 5; (F32 * 5 + 10)/5; \text{ЕСЛИ}(G32 = 6; \\ (F32 * 6 + 15)/6)))))) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (I9) \rightarrow = E9 - H9 \\ \dots \\ (I32) \rightarrow = E32 - H32 \end{array} \right. ; \quad \left\{ \begin{array}{l} (J9) \rightarrow = I9^2 \\ \dots \\ (I32) \rightarrow = I32^2 \end{array} \right. \quad (J33) \rightarrow = \text{СУММ}(J9 : J32) \\ (C35) \rightarrow = 1 - 6 * J33 / (B3 * (B3 * B3 - 1))$$

*Коментар до завдання.* З порівняння  $R_e$  з  $R_{кр}$  видно, що  $R_e > R_{кр}$  на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто приймається гіпотеза  $H_1$  на рівні значущості 1%.  $H_1$  означає, що кореляція між параметрами діяльності, що вивчаються, відрізняється від 0, тобто присутня на рівні значущості 1%.

### **Контрольні питання:**

1. Що використовують у Excel для розв'язання психологічних завдань?
2. Який зв'язок між ознаками називається кореляційним?
3. Чим виражається міра тісноти зв'язку між ознаками?
4. Як визначається лінійний коефіцієнт кореляції за Пірсоном?
5. Що таке позитивна і негативна кореляція?

6. Для чого використовують коефіцієнт кореляції рангів за Спірменом?
7. Як ранжують значення ознак під час визначення рангового коефіцієнта кореляції Спірмена?
8. За якою формулою обчислюється ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена?
9. Яких значень може набувати ранговий коефіцієнт кореляції?
10. Які формули у Excel використовують для визначення коефіцієнтів кореляції Пірсона і Спірмена?
11. За допомогою чого обчислюють коефіцієнти кореляції у середовищі Excel?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

**Тема:** *Знаходження коефіцієнта асоціації за Пірсоном (для дихотомічних змінних) в середовищі EXCEL*

**Мета:** Ознайомитись з поняттям коефіцієнта асоціації за Пірсоном; отримати практичні навички обчислення коефіцієнта асоціації за Пірсоном (для дихотомічних змінних) в середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Микляев А. Настольная книга пользователя. – М. : «Салон», 1998. – 604 с.

8. Додж М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

### *Коефіцієнт асоціації за Пірсоном (для дихотомічних змінних)*

Досить часто психологу у своїй діяльності доводиться мати справу з психологічними тестами, відповіді на питання яких є дихотомічними змінними, тобто типу ТАК, НІ, або 1, 0, або +, – і т.д. Для визначення тісноти зв'язку між дихотомічними змінними застосовують коефіцієнт асоціації за Пірсоном.



Розглянемо застосування цього коефіцієнта для розв'язання конкретного психологічного завдання в середовищі EXCEL.

*Приклад 1.* У ході експерименту були одержані значення дихотомічних змінних X і Y, які наведені в таблиці:

№ п.п.	Змінна X	Змінна Y
1	0	0
2	1	1
3	0	1
4	0	0
5	1	0
6	1	0
7	0	1
8	1	1
9	0	0
10	1	0
11	1	0
12	1	0

Чи наявна тіснота зв'язку між цими змінними?

**Коефіцієнт асоціації за Пірсоном** обчислюється за формулою:

$$A = \frac{P_{xy} - P_x \cdot P_y}{\sqrt{P_x \cdot P_y \cdot q_x \cdot q_y}},$$

де  $P_x$  – вірогідність появи 1 для змінної X;  $q_x = 1 - P_x$ ;  $P_y$  – вірогідність появи 1 для змінної Y;  $q_y = 1 - P_y$ ;  $P_{xy}$  – вірогідність появи 1 одночасно для змінної X і для змінної Y;  $-1 \leq A \leq +1$ .

Знайдемо значення перерахованих величин.

$$P_x = \frac{7}{12} = 0,583; \quad P_y = \frac{4}{12} = 0,333; \quad P_{xy} = \frac{2}{12} = 0,167;$$

$$q_x = 1 - 0,583 = 0,417; \quad q_y = 1 - 0,333 = 0,667.$$

Обчислимо *емпіричне значення коефіцієнта асоціації*:

$$A_e = \frac{0,167 - 0,583 \cdot 0,333}{\sqrt{0,583 \cdot 0,333 \cdot 0,417 \cdot 0,667}} = -0,11952.$$

Визначимо рівень значущості для  $A_e = -0,11952$  за формулою

$$t_e = |A_e| \cdot \sqrt{\frac{n-2}{1-A_e^2}},$$

де  $n$  – кількість пар корельованих ознак.

$$\text{Для нашого випадку } t_e = |0,1195| \cdot \sqrt{\frac{12-2}{1-0,1195^2}} = 0,3806.$$

Потім обчислюють кількість ступенів свободи  $\nu = n - 2 = 12 - 2 = 10$  і за таблицею t-Стюдента для  $\nu = 10$  знаходять критичні значення (див. додаток А)

$$t_{кр} = \begin{cases} 2,23 & (\alpha \leq 0,05) \\ 3,17 & (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

після чого порівнюють  $t_{кр}$  з  $t_e$ . У нашому випадку  $t_{кр} > t_e$ , а це означає, що підтверджується гіпотеза  $H_0$ , тобто тіснота зв'язку (кореляційний зв'язок) між дихотомічними змінними X і Y відсутня (не відрізняється від 0) і  $A_e$  не є значущим.

### **Коефіцієнт взаємної зв'язаності за Чупровим**

Для оцінки ступеня зв'язку між якісними ознаками, що мають кількість градацій більше двох, використовується коефіцієнт взаємної зв'язаності, побудований на порівнянні емпіричних частот  $f$  з тими частотами  $\hat{f}$ , які були б у комірках кореляційної таблиці, якби порівнювані ознаки були взаємно незалежними. Коефіцієнт взаємного спряження за Чупровим обчислюється за формулою:

$$\kappa = \sqrt{\frac{\varphi^2}{\sqrt{(k_x - 1) \cdot (k_y - 1)}}}$$

де  $k_x$  і  $k_y$  – кількість градацій ознак X і Y, а  $\varphi^2$  – так званий показник взаємної зв'язаності, що обчислюється за формулою:

$$\varphi^2 = \sum \frac{f^2}{f_x \cdot f_y} - 1 - \frac{(k_x - 1) \cdot (k_y - 1)}{n}$$

де  $f$  – емпіричні частоти, що стоять в комірках кореляційної таблиці, а  $f_x$  і  $f_y$  – суми частот за відповідними рядками і стовпцями.

Величину  $\sum \frac{f^2}{f_x \cdot f_y}$  зручно представити у вигляді  $\sum \frac{\sum f^2}{f_x}$ , котрий

показує, що в кожній комірці кореляційної таблиці потрібно квадрат частоти

$f$  розділити на відповідну сумарну частоту рядка  $f_y$ , одержані відношення просумувати за кожним стовпцем окремо і суми розділити на відповідні підсумкові частоти  $f_x$ . Суми дільників від ділення за всіма  $k_x$  стовпцями дає

$$\sum \frac{f^2}{f_x \cdot f_y}.$$

Величина коефіцієнта взаємної зв'язаності може приймати значення в інтервалі від 0 (зв'язок відсутній) до 1 (зв'язок функціональний). Вважається, що  $k$  завжди додатній. Оцінка значущості коефіцієнта взаємної зв'язаності здійснюється за допомогою критерію  $\chi_e^2$ , що обчислюється за формулою  $\chi_e^2 = n \cdot \varphi^2$ . Потім за таблицею критерію  $\chi^2$  – Пірсона для кількості ступенів свободи  $\nu = (k_x - 1) \cdot (k_y - 1)$  знаходять критичні значення (див. додаток В):

$$\chi_{кр}^2 = \begin{cases} \chi_{кр1}^2 (\alpha \leq 0,05) \\ \chi_{кр1}^2 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Якщо  $\chi_e^2 \geq \chi_{кр}^2$ , то зв'язок між ознаками, що вивчаються, існує на відповідному рівні значущості.

Обчислення  $\chi^2$ , як критерію значущості зв'язку, можна вважати обґрунтованим, якщо теоретичні частоти, що обчислюються за формулою

$$\hat{f} = \frac{f_x \cdot f_y}{n},$$

за клітками кореляційної таблиці не дуже малі (за  $\nu = 2$  усі  $\hat{f}$  мають бути не менше 3, за  $\nu = 3 \div 6$  усі  $\hat{f}$  мають бути не менше 2, за  $\nu > 6$  одна з теоретичних частот може бути рівною 0,5, за  $\nu > 9$  усі  $\hat{f}$  можуть дорівнювати 1. Якщо виявляється, що для побудованої кореляційної таблиці з  $(k_x - 1) \cdot (k_y - 1)$  кількістю ступенів свободи перераховані умови не дотримуються, удаються до об'єднання деяких градацій за будь-якою одною або обома ознаками.

У формулі обчислення  $\hat{f}$  прийняті позначення  $f_x$  і  $f_y$ , загальна кількість випадків, коли ознаки X і Y є або відсутні в кореляційній таблиці;

$n$  – загальний обсяг частот кореляційної таблиці.

*Приклад 2. За наявними результатами тестування потрібно оцінити міру зв'язку між психологічними ознаками X і Y.*

X \ Y	Y				$f_y$
	X1	X2	X3	X4	
Y1	8 (64) [4,27]	0 (0) [01]	1 (1) [0,071]	6 (36) [2,401]	15
Y2	88 (7744) [13,68]	65 (4225) [7,46]	259 (67081) [118,52]	154 (23716) [41,90]	556
Y3	13 (169) [3,93]	11 (121) [2,81]	15 (225) [5,23]	4 (16) [0,37]	43
Y4	14 (196) [9,33]	1 (1) [0,05]	3 (9) [0,43]	3 (9) [0,431]	21
$f_x$	123	77	278	167	$n = 645$
$\sum \frac{f^2}{f_y}$ $\sum \frac{f^2}{f_x}$	31,21 0,254	10,32 0,134	124,25 0,447	45,10 0,270	$\sum \frac{f^2}{f_x} = 1,105$

Числа в круглих дужках є квадрат частоти, так  $(64) = 8 \cdot 8$ .

Числа в квадратних дужках одержані діленням числа в круглих дужках на  $f_y$  з даного рядка, тобто  $[4,27] = (64)/15$ ;  $f_y$  – сума частот з відповідного рядка;  $f_x$  – сума частот з відповідного стовпця;

$\sum \frac{f^2}{f_y}$  сума чисел у квадратних дужках з відповідного стовпця, тобто

$$31,21 = [4,27] + [13,68] + [3,93] + [9,33]$$

$$k_x = 4, k_y = 4, \varphi^2 = 1,105 - 1 - \frac{(4-1) \cdot (4-1)}{645} = 0,091$$

$$k = \sqrt{\frac{0,091}{\sqrt{(4-1)} \cdot (4-1)}} = 0,174; \chi^2 = 645 \cdot 0,091 = 58,7.$$

$$\text{За } \nu = (4-1) \cdot (4-1) = 9$$

$$\chi_{кр}^2 = \begin{cases} 16,919 (\alpha \leq 0,05) \\ 21,666 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Якщо  $\chi^2 \geq \chi_{кр}^2$ , то зв'язок між ознаками, що вивчаються, наявний на відповідному рівні значущості. У нашому випадку зв'язок між X і Y значущо наявний на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , хоча ступінь цього зв'язку, судячи за величиною  $k = 0,174$ , дуже невеликий.

### ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

**1. Знайти коефіцієнт асоціації за Пірсоном для дихотомічних змінних:**

У ході експерименту були одержані значення дихотомічних змінних X і Y:

Змінна X 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1

Змінна Y 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0. Чи наявна тіснота зв'язку між цими змінними?

У процесі цього у відповідні комірки в середовищі Excel записуються такі формули:

$$(B24) \rightarrow =\text{СЧЕТЕСЛИ}(C9:C20;1)/B20 \quad (E24) \rightarrow =1-B24$$

$$(B25) \rightarrow =\text{СЧЕТЕСЛИ}(D9:D20;1)/B20 \quad (E25) \rightarrow =1-B25$$

$$(B26) \rightarrow =\text{СЧЕТЕСЛИ}(E9:E20;2)/B20 \quad (D32) \rightarrow =B20-2$$

$$(E29) \rightarrow =(B26-B24*B25)/\text{КОРЕНЬ}(B24*B25*E24*E25)$$

$$(B32) \rightarrow =\text{ABS}(E29)*\text{КОРЕНЬ}((B20-2)/(1-E29^2))$$

	A	B	C	D	E	F	G
1	Коефіцієнт асоціації за Пірсоном для						
2	дихотомічних змінних (так, ні або 1, 0)						
3							
4	У ході експерименту були держані значення дихотомічних						
5	змінних X і Y, які наведені нижче						
6							
7		№ п/п	Змінна	Змінна			

8			X	Y	X + Y		
9		1	0	0	0		
10		2	1	1	2		
11		3	0	1	1		
12		4	0	0	0		
13		5	1	0	1		
14		6	1	0	1		
15		7	0	1	1		
16		8	1	1	2		
17		9	0	0	0		
18		10	1	0	1		
19		11	1	0	1		
20		12	1	0	1		
21							
22	Чи наявний кореляційний зв'язок між цими змінними?						
23							
24	$P_x =$	0,583333		$q_x =$	0,416667		
25	$P_y =$	0,333333		$q_y =$	0,666667		
26	$P_{xy} =$	0,166667					
27							
28			$\hat{A} = \frac{P_{xy} - P_x * P_y}{\sqrt{P_x * P_y * q_x * q_y}} =$				
29					-0,11952		
30							
31							
32	$t_e =$	0,380693	$\nu = n - 2 =$	10	Кількість ступенів свободи		
33							
34			$t_{кр} = \left\langle \right.$	2,23	(0,05)		
35							
36				3,17	(0,01)		

Коментар до завдання. З порівняння  $t_e$  з  $t_{кр}$  видно, що  $t_{кр} > t_e$ , тобто приймається гіпотеза  $H_0$ , яка означає, що кореляція між дихотомічними змінними не відрізняється від 0, тобто відсутня.

2. Знайти коефіцієнт взаємної зв'язаності за Чупровим прикладу 2:

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Застосування коефіцієнта взаємної зв'язаності за Чупровим</b>						
2							
3	За наявних результатів тестування вирішено оцінити						

ступінь зв'язку між психологічними ознаками X і Y							
4							
5							
6	Kx =	4	Ky =	4			
7							
8	X	X1	X2	X3	X4		
9	Y						
10	Y1	8	0	1	6	15	
11		64	0	1	36		
12		4,27	0,00	0,07	2,40		
13							
14	Y2	88	65	259	154	566	
15		7744	4225	67081	23716		
16		13,68	7,46	118,52	41,90		
17							
18	Y3	13	11	15	4	43	
19		169	121	225	16		
20		3,93	2,81	5,23	0,37		
21							
22	Y4	14	1	3	3	21	
23		196	1	9	9		
24		9,33	0,05	0,43	0,43		
25							
26	fx	123	77	278	167	СУМА fx=	645
27							
28	A	31,21	10,33	124,25	45,10		
29							
30	B	0,254	0,134	0,447	0,270	СУМА B=	1,105
31							
32	C	0,091		k =	0,174	Хі-КвадратE =	58,635
33							
34	V =	9			16,919		
35			Хі-КвадратKp =				
36					21,666		

$$\text{де } A = \sum \left( \frac{f^2}{f_y} \right), B = \frac{\left( \sum \left( \frac{f^2}{f_x} \right) \right)}{f_x}, C = \varphi^2.$$

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$(B11) \rightarrow =B10^2 \quad (C11) \rightarrow =C10^2 \quad (D11) \rightarrow =D10^2 \quad (E11) \rightarrow =E10^2$$

$$(B15) \rightarrow =B14^2 \quad (C15) \rightarrow =C14^2 \quad (D15) \rightarrow =D14^2 \quad (E15) \rightarrow =E14^2$$

$$(B19) \rightarrow =B18^2 \quad (C19) \rightarrow =C18^2 \quad (D19) \rightarrow =D18^2 \quad (E19) \rightarrow =E18^2$$

$$(B23) \rightarrow =B22^2 \quad (C23) \rightarrow =C22^2 \quad (D23) \rightarrow =D22^2 \quad (E23) \rightarrow =E22^2$$

$$(B12) \rightarrow =B11/F10 \quad (C12) \rightarrow =C11/F10 \quad (D12) \rightarrow =D11/F10 \quad (E12) \rightarrow =E11/F10$$

$$(B16) \rightarrow =B15/F14 \quad (C16) \rightarrow =C15/F14 \quad (D16) \rightarrow =D15/F14 \quad (E16) \rightarrow =E15/F14$$

$$(B20) \rightarrow =B19/F18 \quad (C20) \rightarrow =C19/F18 \quad (D20) \rightarrow =D19/F18 \quad (E20) \rightarrow =E19/F18$$

$$(B24) \rightarrow =B23/F22 \quad (C24) \rightarrow =C23/F22 \quad (D24) \rightarrow =D23/F22 \quad (E24) \rightarrow =E23/F22$$

$$(F10) \rightarrow =\text{СУММ}(B10:E10) \quad (F14) \rightarrow =\text{СУММ}(B14:E14)$$

$$(F18) \rightarrow =\text{СУММ}(B18:E18) \quad (F22) \rightarrow =\text{СУММ}(B22:E22)$$

$$(B26) \rightarrow =B10+B14+B18+B22 \quad (C26) \rightarrow =C10+C14+C18+C22$$

$$(D26) \rightarrow =D10+D14+D18+D22 \quad (E26) \rightarrow =E10+E14+E18+E22$$

$$(B28) \rightarrow =B12+B16+B20+B24 \quad (C28) \rightarrow =C12+C16+C20+C24$$

$$(D28) \rightarrow =D12+D16+D20+D24 \quad (E28) \rightarrow =E12+E16+E20+E24$$

$$(B30) \rightarrow =B28/B26 \quad (C30) \rightarrow =C28/C26 \quad (D30) \rightarrow =D28/D26 \quad (E30) \rightarrow =E28/E26$$

$$(G26) \rightarrow =\text{СУМ}(B26:E26)$$

$$(G30) \rightarrow =\text{СУММ}(B30:E30)$$

$$(G32) \rightarrow =G26*B32$$

$$(B32) \rightarrow =G30-1-(B6-1)*(D6-1)/G26$$

$$(E32) \rightarrow =\text{КОРЕНЬ}(B32/\text{КОРЕНЬ}((B6-1)*(D6-1)))$$

$$(B34) \rightarrow = (B6-1)*(D6-1)$$

*Коментар до завдання.* З порівняння  $\chi^2\text{-КвадратКр}$  з  $\chi^2\text{-КвадратЕ}$  видно, що  $\chi^2\text{-КвадратЕ} > \chi^2\text{-КвадратКр}$ , тобто приймається гіпотеза  $H_0$  на рівні значущості 1%, тобто кореляція між досліджуваними ознаками відрізняється від нуля (кореляція  $\epsilon$ ) на рівні значущості 1%, хоча ступінь цього зв'язку, судячи щодо величини  $k = 0,174$ , дуже невелика.



### ***Контрольні питання:***

1. Що використовують у Excel для розв'язання психологічних завдань?
2. Для чого застосовують коефіцієнт асоціації за Пірсоном?
3. За якою формулою обчислюється коефіцієнт асоціації за Пірсоном?
4. Що таке рівень значущості? Як він визначається?
5. Які формули у Excel використовують для визначення коефіцієнта значущості за Пірсоном?
6. Для чого використовують коефіцієнт взаємної зв'язаності за Чупровим?
7. Якою формулою визначається коефіцієнт взаємної зв'язаності за Чупровим?
8. Які значення може приймати величина коефіцієнта взаємної зв'язаності?
9. За яким критерієм здійснюється оцінка значущості коефіцієнта взаємної зв'язаності?
10. Які формули у Excel використовують для визначення коефіцієнтів асоціації за Пірсоном і взаємної зв'язаності за Чупровим?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

**Тема:** *Кореляційне відношення Пірсона. U-критерій Манна-Уїтні*

**Мета:** Ознайомитись з поняттям кореляційного відношення Пірсона та U-критерія Манна-Уїтні; отримати практичні навички обчислення кореляційного відношення Пірсона та U-критерію Манна-Уїтні в середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

- Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.
2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.
3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).
4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.
5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.
6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.
7. Микляев А. Настольная книга пользователя. – М. : «Салон», 1998. – 604 с.
8. Додж. М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

#### *Кореляційне відношення Пірсона*

Лінійний коефіцієнт кореляції є мірою тісноти зв'язку за лінійного зв'язку між ознаками X і Y. У разі криволінійного зв'язку користуватися лінійним коефіцієнтом кореляції як мірою тісноти зв'язку не завжди можна. Тоді використовують *кореляційне відношення Пірсона*:

$$\eta = \sqrt{\frac{\delta^2}{\sigma_y^2}},$$

де  $\sigma_y^2$  – дисперсія результативної ознаки;

$$\overline{\sigma^2} = \sigma_y^2 - \sigma_{y(x)}^2, \quad \tilde{y}_{xi} = f(x_i, a_1, a_2, a_3, \dots, a_i),$$

$$\sigma_{y(x)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_{xi})^2}{n}, \quad \sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n}.$$

$y_i$  – експериментальні значення результативної ознаки;

$\tilde{y}_{xi}$  – значення результативної ознаки, обчислене за рівнянням зв'язку між X і Y;

$n$  – число корельованих пар X і Y;

$i$  – число невідомих параметрів у зв'язку;

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_i$  – невідомі параметри.

Значення кореляційного відношення Пірсона завжди позитивні і розташовуються в інтервалі від 0 до +1.

**Для застосування кореляційного відношення Пірсона необхідно дотримуватись наступних вимог:**

1. Змінні, що порівнюються мають бути виміряні в шкалі інтервалів або відношень.
2. Передбачається, що обидві змінні мають нормальний закон розподілу.
3. Число варіюючих ознак у порівнюваних змінних X і Y має бути однаковим.
4. Для оцінки рівня достовірності кореляційного відношення Пірсона слід скористатися таблицею критичних значень критерію t-Ст'юдента за  $k = n - 2$ .

*Приклад 1. В результаті експерименту були набуті значення психологічних ознак X і Y. Зроблено припущення, що зв'язок між X і Y описується рівнянням зв'язку  $\tilde{y}_x = -12,5 + 17,75 \cdot x - 1,25 \cdot x^2$ . Обчислити кореляційне відношення.*

Частину розрахунків виконаємо в таблиці:

№п/п	$x$	$y$	$\tilde{y}_x$	$y - \tilde{y}_x$	$(y - \tilde{y}_x)^2$	$y^2$
1	1	10	4	6	36	100
2	2	12	18	-6	36	144
3	3	28	29,5	-1,5	2,25	784
4	4	40	38,5	1,5	2,25	1600
5	5	42	45	-3	9	1764
6	6	52	49	3	9	2704
Суми		184	184		94,5	7096

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum y^2}{n} - (\bar{y})^2 = \frac{7096}{6} - (30,67)^2 = 1182,66 - 940,65 = 242,22;$$

$$\sigma_{y(x)}^2 = \frac{\sum (y - \tilde{y}_x)^2}{n} = \frac{94,52}{6} = 15,75;$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{184}{6} = 30,67;$$

$$\overline{\sigma^2} = \sigma_y^2 - \sigma_{y(x)}^2 = 242,22 - 15,75 = 226,47;$$

$$\eta = \sqrt{\frac{226,47}{242,22}} = 0,97; \quad k=6-2=4,$$

$$t_e = |\eta| \cdot \sqrt{\frac{n-2}{1-\eta^2}} = 0,97 \cdot \sqrt{\frac{6-2}{1-0,97^2}} = 7,58.$$

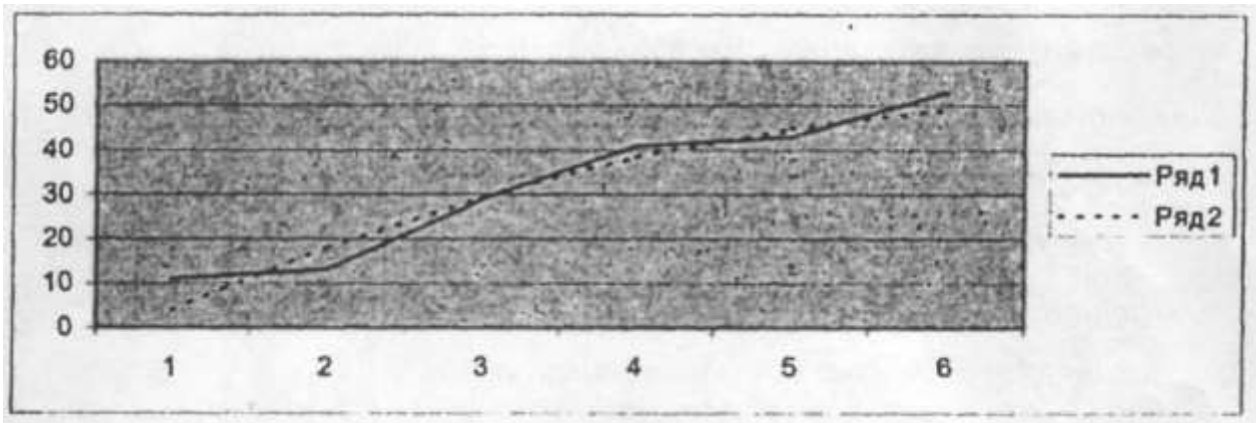
За таблицею критерію t-Стюдента знайдемо для  $k = 4$  критичні значення:

$$t_{кр} = \begin{cases} 2,78(\alpha \leq 0,05), \\ 4,60(\alpha \leq 0,01), \\ 8,61(\alpha \leq 0,001). \end{cases}$$

З порівняння  $t_e$  з  $t_{кр}$  видно, що  $t_e > t_{кр}$  на рівні значущості  $\alpha \leq 0,001$ . Це означає, що нелінійна кореляція між ознаками, що вивчаються, відрізняється від нуля на рівні значущості 1%.

Графік зміни  $y$  і регресії  $\tilde{y}_x$

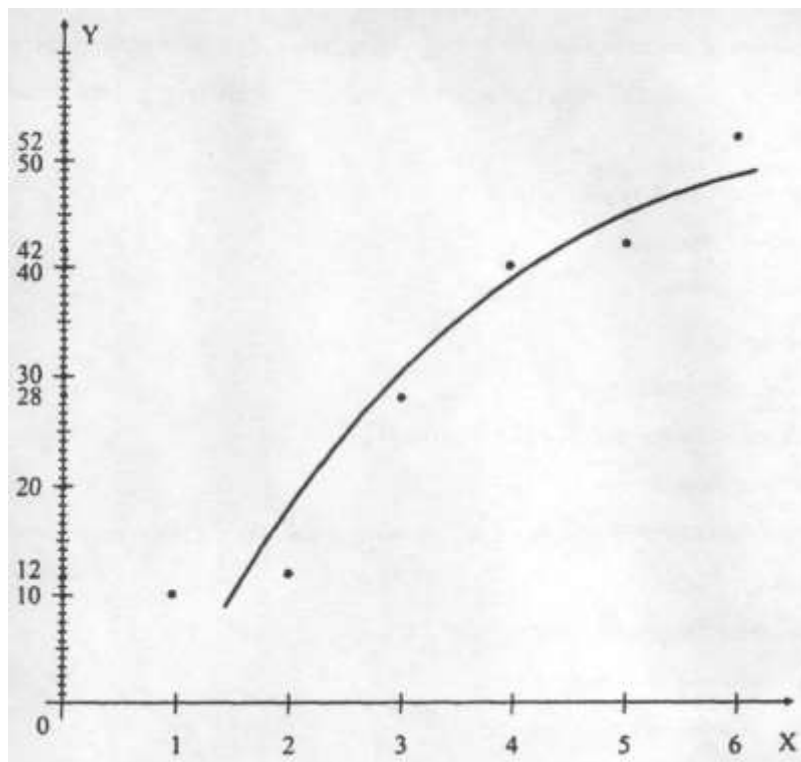
Ряд 1 – графік  $y$ ;                      Ряд 2 – графік  $\tilde{y}_x$ .



Тепер покажемо, як можна знайти рівняння зв'язку між ознаками X і Y за їхніми експериментальними значеннями. Розглянемо найпростіший і відносно точний метод – МЕТОД СЕРЕДНІХ ПОМИЛОК. У нашому завданні експериментальні значення ознак X і Y представлені в таблиці.

X: 1, 2, 3, 4, 5, 6                      Y: 10, 12, 28, 40, 42, 52

Спочатку знаходять загальний вигляд рівняння зв'язку за графіком зміни Y від X.



З графіка видно, що експериментальні точки лежать поблизу деякої параболи. В цьому випадку вважають, що рівняння зв'язку між ознаками X і Y описується в загальному вигляді параболою виду  $\tilde{y}_x = c + b \cdot x + a \cdot x^2$ . Знайдемо невідомі параметри a, b, c.

Запишемо в загальному вигляді відхилення  $\varepsilon_i = y_i - \tilde{y}_{xi} = y_i - c - bx_i - ax_i^2$ , де  $\varepsilon_i$  – відхилення;  $y_i$  - іте значення параметра  $y$  з таблиці;  $\tilde{y}_{xi}$  - іте значення параметра  $y$ , обчислене за рівнянням зв'язку.

Знайдемо відхилення для всіх експериментальних точок таблиці. Отримаємо:

$$\varepsilon_1 = y_1 - c - bx_1 - ax_1^2 = 10 - c - b - a$$

$$\varepsilon_2 = y_2 - c - bx_2 - ax_2^2 = 12 - c - 2b - 4a$$

$$\varepsilon_3 = y_3 - c - bx_3 - ax_3^2 = 28 - c - 3b - 9a$$

$$\varepsilon_4 = y_4 - c - bx_4 - ax_4^2 = 40 - c - 4b - 16a$$

$$\varepsilon_5 = y_5 - c - bx_5 - ax_5^2 = 42 - c - 5b - 25a$$

$$\varepsilon_6 = y_6 - c - bx_6 - ax_6^2 = 52 - c - 6b - 36a$$

Одержану систему рівнянь ділять на стільки підсистем, скільки невідомих параметрів входить у рівняння зв'язку. У нашому випадку розіб'ємо систему на три підсистеми:

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = y_1 - c - bx_1 - ax_1^2 = 10 - c - b - a \\ \varepsilon_2 = y_2 - c - bx_2 - ax_2^2 = 12 - c - 2b - 4a \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon_3 = y_3 - c - bx_3 - ax_3^2 = 28 - c - 3b - 9a \\ \varepsilon_4 = y_4 - c - bx_4 - ax_4^2 = 40 - c - 4b - 16a \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon_5 = y_5 - c - bx_5 - ax_5^2 = 42 - c - 5b - 25a \\ \varepsilon_6 = y_6 - c - bx_6 - ax_6^2 = 52 - c - 6b - 36a \end{cases}$$

Далі знаходять сумарне відхилення по кожній підсистемі, яке потім прирівнюють до 0:

$$\sum_{i=1}^2 \varepsilon_i = 22 - 2c - 3b - 5a = 0$$

$$\sum_{i=3}^4 \varepsilon_i = 68 - 2c - 7b - 25a = 0$$

$$\sum_{i=5}^6 \varepsilon_i = 94 - 2c - 11b - 61a = 0$$

Знайдемо визначники третього порядку:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 5 & 3 & 2 \\ 25 & 7 & 2 \\ 61 & 11 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 3 & 2 \\ 20 & 4 & 0 \\ 56 & 8 & 0 \end{vmatrix} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Розкладемо визначник} \\ \text{за останнім стовпцем} \end{array} \right\} = 2 \cdot \begin{vmatrix} 20 & 4 \\ 56 & 8 \end{vmatrix} =$$

$$= 2 \cdot (8 \cdot 20 - 4 \cdot 56) = 2 \cdot (160 - 224) = -128$$

$$\Delta_a = \begin{vmatrix} 22 & 3 & 2 \\ 68 & 7 & 2 \\ 94 & 11 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 22 & 3 & 2 \\ 46 & 4 & 0 \\ 72 & 8 & 0 \end{vmatrix} = 2 \cdot \begin{vmatrix} 46 & 4 \\ 72 & 8 \end{vmatrix} = 2 \cdot (8 \cdot 46 - 4 \cdot 72) = 2 \cdot (368 - 288) = 160$$

$$\Delta_b = \begin{vmatrix} 5 & 22 & 2 \\ 25 & 68 & 2 \\ 61 & 94 & 2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 22 & 2 \\ 20 & 46 & 0 \\ 56 & 72 & 0 \end{vmatrix} = 2 \cdot \begin{vmatrix} 20 & 46 \\ 56 & 72 \end{vmatrix} =$$

$$= 2 \cdot (20 \cdot 72 - 46 \cdot 56) = 2 \cdot (1440 - 2576) = -2272$$

$$\Delta_c = \begin{vmatrix} 5 & 3 & 22 \\ 25 & 7 & 68 \\ 61 & 11 & 94 \end{vmatrix} = 5 \cdot (7 \cdot 94 - 11 \cdot 68) - 3 \cdot (25 \cdot 94 - 61 \cdot 68) + 22 \cdot (25 \cdot 11 - 61 \cdot 7) =$$

$$= 5 \cdot (658 - 748) - 3 \cdot (2350 - 4148) + 22 \cdot (275 - 427) = -450 + 5394 - 3344 = 1600.$$

За формулами Крамера знайдемо шукані значення параметрів  $a$ ,  $b$ ,  $c$ .

$$a = -160/128 = -1,25; \quad b = 2272/128 = 17,75; \quad c = -1600/128 = -12,5.$$

Таким чином, рівняння зв'язку (рівняння регресії  $Y$  на  $X$ ) матиме наступний вигляд:

$$\tilde{y}_x = -12,5 + 17,75 \cdot x - 1,25 \cdot x^2$$

Вище були розглянуті параметричні і непараметричні критерії, що використовуються як для порівняння двох вибірок за рівнем якої-небудь ознаки, кількісно вимірної (критерій t-Стюдента), так і для встановлення кореляційного зв'язку між досліджуваними ознаками (всі інші). Разом з тим психологові доводиться часто користуватися також і іншими непараметричними критеріями. Ці критерії ми вивчатимемо, вирішуючи конкретні завдання з психології.

## U-критерій Манна-Уїтні

Критерій призначений для оцінки відмінностей між двома вибірками за рівнем, якої-небудь ознаки, кількісно вимірної. На відміну від критерію t-Стьюдента він дозволяє виявляти відмінності між малими вибірками.

### Обмеження критерію U

1. У кожній вибірці має бути не менше 3 спостережень:  $n_1, n_2 \geq 3$ ; допускається, щоб було  $n_1 = 2, n_2 \geq 5$ .

2. У кожній вибірці має бути не більше 60 спостережень;  $n_1, n_2 \leq 60$ .

*Приклад 2.* В ході застосування методики Д.Векслера до студентів групи 1 і групи 2 були набуті значення невербального інтелекту, які представлені в таблиці.

У якій групі вищий рівень невербального інтелекту?

№ п/п	Група 1 ( $n_1 = 14$ ) Показники невербального інтелекту	№ п/п	Група 2 ( $n_2 = 12$ ) Показники невербального інтелекту
1	111	1	113
2	104	2	107
3	107	3	123
4	90	4	122
5	115	5	117
6	107	6	112
7	106	7	105
8	107	8	108
9	95	9	111
10	116	10	114
11	127	11	102
12	115	12	104
13	102		
14	99		



Підрахунок рангових сум виконаємо за наступною таблицею:

№ п/п	Група 1 ( $n_1= 14$ ) Показники невербального інтелекту	Ранг	Група 2 ( $n_2 = 12$ ) Показники невербального інтелекту	Ранг
26	127	26		
25			123	25
24			122	24
23			117	23
22	116	22		
21	115	20,5		
20	115	20,5		
19			114	19
18			113	18
17			112	17
16			111	15,5
15	111	15,5		
14			108	14
13			107	11,5
12	107	11,5		
11	107	11,5		
10	107	11,5		
9	106	9		
8			105	8
7			104	6,5
6	104	6,5		
5			102	4,5
4	102	4,5		
3	99	3		
2	95	2		
1	90	1		
Суми				
	1501	165	1338	186
Середні				
	107,2		111,5	

Знайдемо загальну емпіричну суму рангів:  $165 + 186 = 351$ .

Обчислимо розрахункову суму рангів  $\sum R_i = \frac{N \cdot (N+1)}{2}$ , де  $N = n_1 + n_2$ . У

нашому випадку  $\sum R_i = \frac{26 \cdot (26+1)}{2} = 351$ .

Рівність емпіричної і розрахункової сум рангів свідчить про те, що ранги в таблиці обчислені вірно. Аналізуючи сумарні ранги для першої і другої груп, сформулюємо гіпотези.

### Гіпотези

**H<sub>0</sub>**: Група 1 не перевершує групу 2 за рівнем невербального інтелекту.

**H<sub>1</sub>**: Група 2 перевершує групу 1 за рівнем невербального інтелекту.

Обчислимо емпіричне значення U- критерію Манна-Уїтні:

$$U_e = (n_1 \cdot n_2) + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x,$$

де  $n_1$  – кількість випробовуваних в групі 1;

$n_2$  – кількість випробовуваних в групі 2;

$T_x$  – велика з двох рангових сум;

$n_x$  – кількість випробовуваних у групі з більшою сумою рангів.

У нашому випадку  $U_e = (14 \cdot 12) + \frac{12 \cdot (12 + 1)}{2} - 186 = 60$ .

За таблицею U-критерія Манна-Уїтні знаходимо, що для  $n_1 = 14$  і  $n_2 = 12$  (див. додаток В)

$$\text{критичні значення } U_{кр} = \begin{cases} 51(\alpha \leq 0,05), \\ 38(\alpha \leq 0,01). \end{cases}$$

Потім порівнюють  $U_e$  з  $U_{кр}$ . У нашому випадку  $U_e > U_{кр}$ , а це означає, що підтверджується гіпотеза  $H_0$ , тобто група 1 не перевершує групу 2 за рівнем невербального інтелекту.

## ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

1. Обчислити кореляційне відношення Пірсона прикладу 1 у середовищі Excel:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	<b>Обчислення кореляційного відношення Пірсона</b>									
2										
3			Рівняння зв'язку: $\tilde{y}_x = -12,5 + 17,75 \cdot x - 1,25 \cdot x^2$							
4										
5										
6			№п/п	X	Y	$\tilde{y}_x$	$(y - \tilde{y}_x)^2$	$y^2$		
7										
8			1	1	10	4	36	100		
9			2	2	12	18	36	144		
10			3	3	28	29,5	2,25	784		
11			4	4	40	38,5	2,25	1600		
12			5	5	42	45	9	1764		
13			6	6	52	49	9	2704		
14			Суми		184	184	94,5	7096		
15										
16										
17			$\sigma_{y(x)}^2 =$	15,75		$\bar{y} =$	30,66667			
18										
19			$\sigma_{y(x)}^2 =$	242,2222		$\bar{\sigma}^2 =$	226,4722			
20										
21			$\eta =$	0,966942		$k =$	4	- число ступ. свободи		
22										
23			$t_e =$	7,58398						
24										
25			$t_{кр} =$	2,78 ( $\alpha \leq 0,05$ )						
26		4,60 ( $\alpha \leq 0,01$ )								
27		8,61 ( $\alpha \leq 0,001$ )								

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\left\{ \begin{array}{l} (F8) \text{---} > -12,5 + 17,75 * D8 - 1,25 * D8^2 \\ \dots\dots\dots \\ (F13) \text{---} > -12,5 + 17,75 * D13 - 1,25 * D8^2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (H8) \text{---} > E8^2 \\ \dots\dots\dots \\ (H13) \text{---} > E13^2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} (G8) \text{---} > (E8 - F8)^2 \\ \dots\dots\dots \\ (G13) \text{---} > (E13 - F13)^2 \end{array} \right.$$

- (E14)-->СУММ(E8:E13)  
(F14)-->СУММ(F8:F13)  
(E14)-->СУММ(G8:G13)  
(E14)-->СУММ(H8:H13)  
(D17)-->G14/C13 (G17)-->E14/C13  
(D19)-->H14/C13-(G17)^2 (G19)-->D19-D17  
(D21)-->КОРЕНЬ(G19/D19) (G21)-->C13-2  
(D23)-->ABS(D21)\*КОРЕНЬ((C13-2)/(1-D21^2))

*Коментар до завдання.* З порівняння  $t_e$  з  $t_{кр}$  видно, що  $t_e > t_{кр}$  на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ . Це означає, що нелінійна кореляція між ознаками, що вивчаються, відрізняється від нуля на рівні значущості 1%. Причому кореляція пряма, оскільки графік регресії  $\tilde{y}_x$  із зростанням ознаки X зростає.

2. *Визначити у якій з груп прикладу 2 рівень інтелекту вищий з допомогою U-критерію Манна-Уїтні в середовищі Excel:*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			<b>Застосування критерію Манна-Уїтні</b>						
2									
3	В ході застосування методики Д.Векслера до студентів групи 1 групи 2 були отримані значення невербального інтелекту, які представлені в таблиці. У якій групі вищий рівень невербального інтелекту ?								
4									
5									
6			РОЗВ'ЯЗОК						
7									
8			Знач. неверб. інтелекту	Ранг по Excel	Частота рангу	Ранг по Спірмену			
9		№ п.п							
10	Група 1	1	111	15	2	15,5			
11		2	104	6	2	6,5			
12		3	107	10	4	11,5			

13		4	90	1	1	1			
14		5	115	20	2	20,5			
15		6	107	10	4	11,5			
16		7	106	9	1	9			
17		8	107	10	4	11,5			
18		9	95	2	1	2			
19		10	116	22	1	22			
20		11	127	26	1	26			
21		12	115	20	2	20,5			
22		13	102	4	2	4,5			
23		14	99	3	1	3	Сумарний ранг =		165
24	Група 2	1	113	18	1	18			
25		2	107	10	4	1,5			
26		3	123	25	1	25			
27		4	122	24	1	24			
28		5	117	23	1	23			
29		6	112	17	1	17			
30		7	105	8	1	8			
31		8	108	14	1	14			
32		9	111	15	2	15,5			
33		10	114	19	1	19			
34		11	102	4	2	4,5			
35		12	104	6	2	6,5			186
36									
37	Загальна емпірична сума рангів =				351		U <sub>e</sub> =	60	
38	Розрахункова сума рангів =				351		U <sub>кр</sub> =	/51	(0,05)
39								\38	(0,01)
40									

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\left\{ \begin{array}{l} D(10) \rightarrow PAHГ(C10; \$C\$10 : C35; 1) \\ \dots\dots\dots \\ D(35) \rightarrow PAHГ(C35; \$C\$10 : C35; 1) \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l}
 \left\{ \begin{array}{l}
 E(10) \rightarrow \text{СЧЕТЕСЛИ}(С\$10:С\$35;С10) \\
 \dots\dots\dots \\
 \dots\dots\dots \\
 E(35) \rightarrow \text{СЧЕТЕСЛИ}(С\$10:С\$35;С35)
 \end{array} \right. \\
 \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 (F10) \rightarrow \text{ЕСЛИ}(E10 = 1;D10;\text{ЕСЛИ}(E10 = 2;(D10*2 + 1)/2; \\
 \text{ЕСЛИ}(E10 = 3;(D10*3 + 3)/3; \\
 \text{ЕСЛИ}(E10 = 4;(D10*4 + 6)/4; \text{ЕСЛИ}(E10 = 5;(D10*5 + 10)/5; \\
 \text{ЕСЛИ}(E10 = 6;(D10*6 + 15)/6))))); \\
 \dots\dots\dots \\
 \dots\dots\dots
 \end{array} \right. \\
 \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 (F35) \rightarrow \text{ЕСЛИ}(E35 = 1;D35;\text{ЕСЛИ}(E35 = 2;(D35*2 + 1)/2; \\
 \text{ЕСЛИ}(E35 = 3;(D35*3 + 3)/3; \\
 \text{ЕСЛИ}(E35 = 4;(D35*4 + 6)/4; \text{ЕСЛИ}(E35 = 5;(D35*5 + 10)/5; \\
 \text{ЕСЛИ}(E35 = 6;(D35*6 + 15)/6)))));
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 I(23) \rightarrow \text{СУММ}(F10:F23) \quad E(37) \rightarrow I23 + I35 \\
 I(35) \rightarrow \text{СУММ}(F24:F35) \quad E(38) \rightarrow 26 * (26 + 1) / 2 \\
 H(37) \rightarrow 14 * 12 + \text{ЕСЛИ}(I23 > I35; B23; B35) * (\text{ЕСЛИ}(I23 > I35; B23; B35) + 1) / 2 - \\
 \text{МАКС}(I23; I35)
 \end{array}$$

*Коментарій до завдання.* З порівняння  $U_e$  з  $U_{кр}$  видно, що  $U_e > U_{кр}$ , тобто приймається гіпотеза  $H_0$ .

**Контрольні питання:**

1. Що використовують у Ехсел для розв'язання психологічних завдань?
2. Для чого застосовують кореляційне відношення Пірсона?
3. За якою формулою обчислюється кореляційне відношення Пірсона?
4. Які значення може приймати кореляційне відношення Пірсона?
5. Яких вимог дотримуються для застосування кореляційне відношення Пірсона?
6. Які формули у Ехсел використовують для знаходження кореляційне відношення Пірсона?
7. Для чого призначений U-критерій Манна-Уїтні?
8. Які обмеження даного критерію?
9. Які формули у Ехсел використовують для знаходження U-критерію Манна-Уїтні?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5

**Тема:** *Порівняння декількох вибірок за Уїлкоксоном. Т-критерій Вілкоксона*

**Мета:** Навчитися порівнювати вибірки за Уїлкоксоном та застосовувати Т-критерій Вілкоксона для порівняння вибірок; отримати практичні навички порівняння вибірок за Уїлкоксоном та обчислення Т-критерію Вілкоксона в середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Додж. М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ:

#### *Порівняння декількох вибірок за Уїлкоксоном*

Іноді дослідникові доводиться порівнювати не дві, а декілька вибірок: три, чотири і більше. У таких випадках застосовують достатньо могутній непараметричний критерій. Основна вимога критерію – вибірки повинні бути однаковими за чисельністю.

*Приклад 1. Учням 8 класів чотирьох різних шкіл був запропонований тест розумового розвитку. У школах використовувалися різні методи навчання і*

виховання. Розумовий розвиток в кожній школі формувався в особливих умовах. Ці умови і могли визначити відмінності між школами. Порівняйте ці школи за рівнем розумового розвитку. Від кожної школи взято по 10 учнів. Результати їх тестування наведені в таблиці нижче.

№ пп	Школа 1		Школа 2		Школа 3		Школа 4	
	Результат	R1	Результат	R2	Результат	R3	Результат	R4
1	96	36,5	96	36,5	32	9,5	40	15
2	82	30	100	39	27	3,5	38	14
3	80	28,5	93	34	68	23	42	18,5
4	78	25,5	87	33	78	25,5	32	9,5
5	34	11	100	39	54	21	31	8
6	42	18,5	28	5,5	56	22	28	5,5
7	42	18,5	80	28,5	83	31,5	42	18,5
8	69	24	94	35	22	1	30	7
9	79	27	25	2	41	16	36	13
10	100	39,0	83	31,5	27	3,5	35	12
	$\sum R$	258,5		284,0		156,5		121

Об'єднаємо результати чотирьох шкіл в один ряд і проранжуємо його. Для цього розташуємо ряд у порядку його зростання. Обчислимо ранги та отримані значення перенесемо в попередню таблицю в стовпці R1, R2, R3 і R4. Для обчислення рангів складемо таблицю.

*Таблиця обчислення рангів*

№	Результат	Ранг	№	Результат	Ранг	№	Результат	Ранг	№	Результат	Ранг
1	22	1	11	34	11	21	54	21	31	83	31,5
2	25	2	12	35	12	22	56	22	32	83	31,5
3	27	3,5	13	36	13	23	68	23	33	87	33
4	27	3,5	14	38	14	24	69	24	34	93	34
5	28	5,5	15	40	15	25	78	25,5	35	94	35
6	28	5,5	16	41	16	26	78	25,5	36	96	36,5
7	30	7	17	42	18,5	27	79	27	37	96	36,5
8	31	8	18	42	18,5	28	80	28,5	38	100	39
9	32	9,5	19	42	18,5	29	80	28,5	39	100	39
10	32	9,5	20	42	18,5	30	82	30	40	100	39

Знайдемо сумарний емпіричний ранг по всіх школах:

$$\sum R_e = 258,5 + 284,0 + 156,5 + 121,0 = 820$$

Знайдемо сумарний розрахунковий ранг по всіх школах:



$$\sum R_p = \frac{N \cdot (N+1)}{2}, \text{ де } N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 -$$

загальне число випробуваних по всіх школах

У нашому випадку  $N = 10 + 10 + 10 + 10 = 40$

$$\text{Тоді } \sum R_y = \frac{40 \cdot (40+1)}{2} = 820$$

Рівність емпіричної і розрахункової сум рангів свідчить про те, що ранги в таблиці обчислені вірно.

Розмістимо суми рангів по школам у матриці:

	Школа 1	Школа 2	Школа 3	Школа 4
	$\sum R = 258,5$	$\sum R = 284$	$\sum R = 156,5$	$\sum R = 121$
Школа 1	$\sum R = 258,5$	0	25,5	102
Школа 2	25,5	0	127,5	137,5*
Школа 3	120	127,5	0	163**
Школа 4	137,5*	163**	35,5	0

На перетині рядків і стовпців указуються абсолютні значення різниці, що показують, наскільки відрізняється сума рангів кожної школи від інших шкіл.

З таблиці значущості встановлюємо, що за  $n=10$  (кількість випробовуваних від кожної школи) і за чотирьох умов (чотири школи) досягають рівня значущості 0,05 – величина 137,5 (помічена \*), а рівня значущості 0,01 – величина 163 (помічена \*\*).

Отже, істотна статистично значуща відмінність є між 1-ою і 4-ою школами і між 2-ою і 4 школами.

## ***T-критерій Вілкоксона***

Критерій застосовується для зіставлення показників, виміряних у двох різних умовах на одній і тій же вибірці випробовуваних.

Він дозволяє встановити не тільки спрямованість змін, але і їх вираженість. З його допомогою можна визначити, чи є зрушення показників в якомусь одному напрямі більш інтенсивним, ніж в іншому.

### **Обмеження критерію T**

1. Мінімальна кількість випробовуваних, таких, що пройшли вимірювання в двох умовах – 5 чоловік.

Максимальна кількість випробовуваних – 50 чоловік.

2. Нульові зрушення з розгляду виключаються, і кількість спостережень  $n$  зменшується на кількість цих нульових зрушень.

Приклад 2. У вибірці курсантів військового училища проводилися дослідження вольового зусилля до звернення до ідеалу і після звернення до ідеалу. Чи підтвердилася гіпотеза експериментатора про те, що звернення до ідеалу сприяє зростанню вольового зусилля?

Дані представлені в таблиці в стовпцях  $t_{\text{до}}$  і  $t_{\text{після}}$ .

Код випробовуваного	До звернення до ідеалу $t_{\text{до}}$ (в сек.)	Після звернення до ідеалу $t_{\text{після}}$ (в сек.)	Різниця $t_{\text{після}} - t_{\text{до}}$	Абсолютне значення різниці	Ранговий номер різниці
1	64	25	-39	39	11
2	77	50	-27	27	8
3	74	77	3	3	1
4	95	76	-19	19	6
5	105	67	-38	38	9,5
6	83	75	-8	8	4
7	73	77	4	4	2,5
8	75	71	-4	4	2,5
9	101	63	-38	38	9,5
10	97	122	25	25	7
11	78	60	-18	18	5
Сума					66

Аналізуючи знаки різниці ( $t_{\text{після}} - t_{\text{до}}$ ), сформулюємо гіпотези.

## Гіпотези

$H_0$ : Інтенсивність зрушень у бік зменшення вольового зусилля не перевищує інтенсивності зрушень у бік його збільшення.

$H_1$ : Інтенсивність зрушень у бік зменшення вольового зусилля перевищує інтенсивність зрушень у бік його збільшення.

Суть розрахунків, що проводяться, видно з таблиці. Після їх проведення обчислюють емпіричну суму рангів. Вона рівна 66, що відповідає розрахунковій сумі рангів:

$$\sum R_p = \frac{n \cdot (n+1)}{2} = \frac{11 \cdot (11+1)}{2} = 66$$

Це означає, що ранговий номер різниці в таблиці обчислений вірно. Далі відзначають ті зрушення, які не є типовими, в даному випадку – позитивними. Сума рангів цих "рідкісних" зрушень дорівнює емпіричному значенню критерію  $T$ :

$$T_e = \sum R_R, \text{ де}$$

$R_p$  – рангові значення зрушень з більш рідким знаком. У даному випадку:

$$T_e = 1 + 2,5 + 7 = 10,5$$

З таблиці критерію  $T$  визначають критичні значення даного критерію для  $n=11$ .

$$T_{кр} = \begin{cases} 13 (\alpha \leq 0,05) \\ 7 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Якщо,  $T_e \leq T_{кр}$ , то зрушення в "типову" сторону по інтенсивності достовірно переважає, тобто гіпотеза  $H_0$  відкидається. У нашому випадку  $H_0$  відкидається, тобто підтверджується гіпотеза  $H_1$ . Інтенсивність зрушень у бік зменшення вольового зусилля перевищує інтенсивність зрушень у бік його збільшення на рівні значущості  $\alpha \leq 0,05$ . Тобто гіпотеза експериментатора про те, що звернення до ідеалу сприяє зростанню вольового зусилля, не підтвердилася на рівні значущості  $\alpha \leq 0,05$ .

## **ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:**

1) Розв'язати приклад 1 використовуючи порівняння вибірок за Уїлкоксоном у середовищі Excel. Учням 8 класів чотирьох різних шкіл був запропонований тест розумового розвитку. У школах використовувалися різні

методи навчання і виховання. Розумовий розвиток в кожній школі формувався в особливих умовах. Ці умови і могли визначити відмінності між школами. Порівняйте ці школи за рівнем розумового розвитку. Від кожної школи взято по 10 учнів. Результати їх тестування наведені в таблиці нижче.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			<b>Порівняння декількох вибірок по Уїлкоксоу</b>						
2									
3	Учням 8 класів чотирьох різних шкіл був запропонований тест								
4	У школах використовувалися різні методи навчання і виховання.								
5	Ці умови і могли визначити відмінності між школами. Порівняти школи за наслідками тесту розумового розвитку, якщо з кожної школи узято по 10 учнів.								
6									
7									
8									
9									
10			Результат	Ранг по Excel	Частота рангу	Ранг по Спірмену			
11									
12		Школа1	96	36	2	36,5			
13			82	30	1	30			
14			80	28	2	28,5			
15			78	25	2	25,5			
16			34	11	1	11			
17			42	17	4	18,5			
18			42	17	4	18,5			
19			69	24	1	24			
20			79	27	1	27			
21			100	38	3	39	Σ Ранг 1 =	258,50	
22		Школа2	96	36	2	36,5			
23			100	38	3	39			
24			93	34	1	34			
25			87	33	1	33			
26			100	38	3	39			
27			28	5	2	5,5			
28			80	28	2	28,5			
29			94	35	1	35			
30			25	2	1	2			
31			83	31	2	31,5	Σ Ранг 2 =	284,00	
32		Школа3	32	9	2	9,5			
33			27	3	2	3,5			
34			68	23	1	23			
35			78	25	2	25,5			
36			54	21	1	21			
37			56	22	1	22			
38			83	31	2	31,5			
39			22	1	1	1			

40			41	16	1	16			
41			27	3	2	3.5	Σ Ранг 3 =	156.50	
42	Школа4		40	15	1	15			
43			38	14	1	14			
44			42	17	4	18.5			
45			32	9	2	9.5			
46			31	8	1	8			
47			28	5	2	5.5			
48			42	17	4	18.5			
49			30	7	1	7			
50			36	13	1	13			
51			35	12	1	12	Σ Ранг 4= =	121,00	
52							Σ Емпіричний ранг по школам =	820,00	
53							Σ Розрахунковий ранг по школам =	820,00	
54									
55									
56							Складемо матрицю		
57									
58			Школа 1	Школа 2	Школа 3	Школа 4			
69			Σ R =	Σ R =	Σ R =	Σ R =			
60			258.50	284.00	156.50	121.00			
61	Школа 1								
62	Σ R =								
63	258.50	0	25.5	102	137.5				
64	Школа 2								
65	Σ R =								
66	284,00	25,5		127,5	163				
67	Школа 3								
68	Σ R =								
69	156,50	102	127,5	0	35,5				
70	Школа 4								
71	Σ R =								
72	121,00	137,5	163	35,5	0				

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\left\{ \begin{array}{l} (D12) \rightarrow = \text{РАНГ}(C12;C\$12:C\$51;1) \\ \dots \\ (D51) \rightarrow = \text{РАНГ}(C51;C\$12:C\$51;1) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (E12) \rightarrow = \text{СЧЕТЕСЛИ}(C\$12:C\$51;C12) \\ \dots \\ (E51) \rightarrow = \text{СЧЕТЕСЛИ}(C\$12:C\$51;C51) \end{array} \right.$$

$$(F12) \rightarrow = \text{ЕСЛИ}(E12 = 1; D12; \text{ЕСЛИ}(E12 = 2; (D12 * 2 + 1) / 2;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E12 = 3; (D12 * 3 + 3) / 3;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E12 = 4; (D12 * 4 + 6) / 4;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E12 = 5; (D12 * 5 + 10) / 5;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E12 = 6; (D12 * 6 + 15) / 6))))$$

.....

.....

$$(F51) \rightarrow = \text{ЕСЛИ}(E51 = 1; D51; \text{ЕСЛИ}(E51 = 2; (D51 * 2 + 1) / 2;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E51 = 3; (D51 * 3 + 3) / 3;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E51 = 4; (D51 * 4 + 6) / 4;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E51 = 5; (D51 * 5 + 10) / 5;$$

$$\text{ЕСЛИ}(E51 = 6; (D51 * 6 + 15) / 6))))$$

$(H21) \rightarrow = \text{СУММ}(F12: F21) \quad (C60) \rightarrow = \$H\$21 \quad (B63) \rightarrow = \$H\$21$

$(H31) \rightarrow = \text{СУММ}(F22: F31) \quad (D60) \rightarrow = \$H\$31 \quad (B66) \rightarrow = \$H\$31$

$(H41) \rightarrow = \text{СУММ}(F32: F41) \quad (E60) \rightarrow = \$H\$41 \quad (B69) \rightarrow = \$H\$41$

$(H51) \rightarrow = \text{СУММ}(F42: F51) \quad (F60) \rightarrow = \$H\$51 \quad (B72) \rightarrow = \$H\$51$

$(H52) \rightarrow = H21 + H31 + H41 + H51$

$(H53) \rightarrow = 40 * (40 + 1) / 2$

$(C63) \rightarrow = \text{ABS}(C\$60 - B63) \quad (D63) \rightarrow = \text{ABS}(D\$60 - B63)$

$(C66) \rightarrow = \text{ABS}(C\$60 - B66) \quad (D66) \rightarrow = \text{ABS}(D\$60 - B66)$

$(C69) \rightarrow = \text{ABS}(C\$60 - B69) \quad (D69) \rightarrow = \text{ABS}(D\$60 - B69)$

$(C72) \rightarrow = \text{ABS}(C\$60 - B72) \quad (D72) \rightarrow = \text{ABS}(D\$60 - B72)$

$(E63) \rightarrow = \text{ABS}(E\$60 - B63) \quad (F63) \rightarrow = \text{ABS}(F\$60 - B63)$

$(E66) \rightarrow = \text{ABS}(E\$60 - B66) \quad (F66) \rightarrow = \text{ABS}(F\$60 - B66)$

$(E69) \rightarrow = \text{ABS}(E\$60 - B69) \quad (F69) \rightarrow = \text{ABS}(F\$60 - B69)$

$(E72) \rightarrow = \text{ABS}(E\$60 - B72) \quad (F72) \rightarrow = \text{ABS}(F\$60 - B72)$

2) Розв'язати приклад 2 використовуючи Т-критерій Вілкоксона у середовищі Excel. У вибірці курсантів військового училища проводилися дослідження вольового зусилля до звернення до ідеалу і після звернення до ідеалу. Чи

підтвердилася гіпотеза експериментатора про те, що звернення до ідеалу сприяє зростанню вольового зусилля?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K				
1			<b>Застосування критерію Т Вілкоксона</b>												
2															
3		У вибірці курсантів військового училища проводилися дослідження вольового зусилля до звернення до ідеалу і після звернення до ідеалу. Чи підтвердилася гіпотеза експериментатора про те, що звернення до ідеалу сприяє зростанню вольового зусилля?													
4															
5															
6															
7			Дані представлені у таблиці												
8															
9			Число		11										
10															
11	Код	До звер-	Після	Різниця	Абсо-	Ранго-	Частота	Ранговий	Ранг	Ранг	Ну-				
12	випро-	нення до	звернення	ті після –	лютне	вий	Рангово-	номер	пози-	нега-	льові				
13	бову-	ідеалу тдо	до ідеалу	тдо	значення	номер	го	різниць	тивної	тивної	різни-				
14	ваного	(в сек.)	тдо (в сек.)		різниць	різниць по Excel	номеру різниць	по Спірмену	різниць	різниць	ці				
15															
16	1	64	25	-39	39	11	1	11		11					
17	2	77	50	-27	27	8	1	8		8					
18	3	74	77	3	3	1	1	1	1						
19	4	95	76	-19	19	6	1	6		6					
20	5	105	67	-38	38	9	2	9,5		9,5					
21	6	83	75	-8	8	4	1	4		4					
22	7	73	77	4	4	2	2	2,5	2,5						
23	8	75	71	-4	4	2	2	2,5		2,5					
24	9	101	63	-38	38	9	2	9,5		9,5					
25	10	97	122	25	25	7	1	7	7						
26	11	78	60	-18	18	5	1	5		5					
27							Сума=	66	10,5	55,5					
28															
29						/13	(0,05)								
30		Te =	10,5		Tкр =			за n =	11						
31						\7	(0,01)								
32		Якщо $T_e \leq T_{кр}$ , то підтверджується													
33		Якщо $T_e > T_{кр}$ , то підтверджується гіпотеза													

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\left\{ \begin{array}{l} (D16) \text{--} \geq C16 - B16 \\ \dots\dots\dots \\ (D26) \text{--} \geq C26 - B26 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} (E16) \text{--} \geq ABS(D16) \\ \dots\dots\dots \\ (E26) \text{--} \geq ABS(D26) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (F16) \text{--} \geq ПАИГ(E16; E\$16: E\$26; 1) \\ \dots\dots\dots \\ (F26) \text{--} \geq ПАИГ(E26; E\$16: E\$26; 1) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (G16) \text{--} \geq СЧЕТЕСЛИ(F\$16: F\$26; F16) \\ \dots\dots\dots \\ (G26) \text{--} \geq СЧЕТЕСЛИ(F\$16: F\$26; F26) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (H16) \text{--} \geq ЕСЛИ(G16 = 1; F16; ЕСЛИ(G16 = 2; (F16 * 2 + 1) / 2; \\ ЕСЛИ(G16 = 3; (F16 * 3 + 3) / 3; \\ ЕСЛИ(G16 = 4; (F16 * 4 + 6) / 4; \\ ЕСЛИ(G16 = 5; (F16 * 5 + 10) / 5; \\ ЕСЛИ(G16 = 6; (F16 * 6 + 15) / 6)))))) \end{array} \right.$$

.....  
 .....

$$\left\{ \begin{array}{l} (H26) \text{--} \geq ЕСЛИ(G26 = 1; F26; ЕСЛИ(G26 = 2; (F26 * 2 + 1) / 2; \\ ЕСЛИ(G26 = 3; (F26 * 3 + 3) / 3; \\ ЕСЛИ(G26 = 4; (F26 * 4 + 6) / 4; \\ ЕСЛИ(G26 = 5; (F26 * 5 + 10) / 5; \\ ЕСЛИ(G26 = 6; (F26 * 6 + 15) / 6)))))) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (I16) \text{--} \geq ЕСЛИ(D16 > 0; H16; "") \\ \dots\dots\dots \\ (I26) \text{--} \geq ЕСЛИ(D26 > 0; H26; "") \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (J16) \text{--} \geq ЕСЛИ(D16 < 0; H16; "") \\ \dots\dots\dots \\ (J26) \text{--} \geq ЕСЛИ(D26 < 0; H26; "") \end{array} \right.$$





## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6

**Тема:** *L-критерій тенденцій Пейджа. S-критерій тенденцій Джонкіра*

**Мета:** Навчитися зіставляти показники у вибірках досліджуваних за L-критерієм тенденцій Пейджа та S-критерієм Джонкіра; отримати практичні навички обчислення даних критеріїв у середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

- Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.
2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.
3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).
4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.
5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.
6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.
7. Додж. М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ:

#### *L-критерій тенденцій Пейджа*

Критерій L Пейджа застосовується для зіставлення показників, вимірених у трьох і більше умовах на одній і тій же вибірці випробовуваних. Критерій дозволяє виявити тенденції в зміні величин ознаки під час переходу від умови до умови; дозволяє перевірити припущення психолога про певну вікову або ситуативно обумовлену динаміку тих або інших ознак. Він дозволяє об'єднати

декілька проведених вимірів єдиною гіпотезою про тенденцію зміни значень ознаки під час переходу від виміру до виміру.

### **Обмеження критерію L**

1. Нижній поріг – 2 випробовуваних, кожен з яких пройшов не менше трьох вимірів в різних умовах. Верхній поріг – 12 випробовуваних і 6 умов ( $n \leq 12, C \leq 6$ ). Критичні значення критерію L передбачають три рівні статистичної значущості:  $\alpha \leq 0,05, \alpha \leq 0,01, \alpha \leq 0,001$ .

2. Необхідною умовою застосування критерію L є впорядкованість стовпців даних: зліва повинен розташовуватися стовпець з найменшою ранговою сумою показників, справа – з найбільшою.

*Приклад 1. Показники часу розв'язування випробовуваними анаграм 1, 2, 3 представлені в таблиці. Чи дійсно індивідуальний час розв'язання збільшується за такої послідовності представлення анаграм?*

Випробовуваний	Анаграма 1		Анаграма 2		Анаграма 3	
	Час	Ранг	Час	Ранг	Час	Ранг
1	5	1	7	2	235	3
2	7	1	20	2	604	3
3	2	1	5	2	93	3
4	2	1	8	2	171	3
5	35	2	7	1	141	3
Суми	51	6	47	9	1244	15
Середні	10,2		9,4		248,8	

У критерії L застосовується ранжування умов (анаграм) по кожному випробовуваному. Так, в нашому випадку перший випробовуваний на Анаграму 1 витратив 5 сек, на Анаграму 2 – 7 с і на Анаграму 3 – 235 сек. Звідси Анаграма 1 отримає ранг 1, Анаграма 2 – ранг 2 і Анаграма 3 – ранг 3. Аналогічні обчислення виконуються і для решти випробовуваних. Потім знаходять емпіричну суму рангів:  $6 + 9 + 15 = 30$  і розрахункову суму рангів за формулою:

$$\sum R_i = n \cdot \frac{c \cdot (c+1)}{2} = 5 \cdot \frac{3 \cdot (3+1)}{2} = 30$$

де  $n$  – число випробовуваних;  $s$  – число умов (анаграм). Видно, що емпірична і розрахункова суми рангів співпали. Це означає, що ранги обчислені в таблиці вірно.

Аналізуючи індивідуальні показники випробовуваних для різних анаграм, сформулюємо гіпотези.

### Гіпотези

$H_0$ : Тенденція збільшення індивідуальних показників від першої анаграми до третьої є випадковою.

$H_1$ : Тенденція збільшення індивідуальних показників від першої анаграми до третьої не є випадковою.

Емпіричне значення критерію  $L$  обчислюється за формулою

$$L_{\text{e}} = T_i \cdot i, \text{ де}$$

$T_i$  – сума рангів по кожній умові (анаграмі);

$i$  – порядковий номер, записаний кожній умові в новій послідовності, в якій створена тенденція.

$$L_{\text{e}} = 6 \cdot 1 + 9 \cdot 2 + 15 \cdot 3 = 69$$

За таблицею критерію Пейджа знайдемо критичні значення для  $n = 5$  і  $s =$

$$3. L_{\text{кр}} = \begin{cases} 66(\alpha \leq 0,05) \\ 68(\alpha \leq 0,01) \\ 70(\alpha \leq 0,001) \end{cases}$$

Потім порівнюють  $L_{\text{e}}$  з  $L_{\text{кр}}$ . У нашому випадку  $L_{\text{e}} > L_{\text{кр}}$  на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто приймається гіпотеза  $H_1$ . Тенденція збільшення індивідуальних показників від першої анаграми до третьої не є випадковою на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ .

### **S-критерій тенденцій Джонкіра**

Критерій  $S$  призначений для виявлення тенденцій зміни ознаки у процесу переходу від вибірки до вибірки під час зіставленні трьох і більше вибірок.

Критерій  $S$  дозволяє упорядкувати обстежені вибірки, за якою-небудь ознакою, наприклад за креативністю, фрустраційною толерантністю, гнучкістю і т.п.

### **Обмеження критерію S**

1. У кожній групі повинна бути однакова кількість випробовуваних ( $n \leq 10$ ).

2. Якщо кількості випробовуваних в групах не співпадають, вирівняти випадковим чином групи, орієнтуючись на кількість спостережень у меншій з груп.

3. Створити впорядкованість груп: зліва розташовується група з найменшим середнім значенням ознаки, справа – з найбільшим.

### **Можливі гіпотези**

$H_0$ : Тенденція зростання значень ознаки під час переходу від групи до групи є випадковою.

$H_1$ : Тенденція зростання значень ознаки в процесі переходу від групи до групи не є випадковою.

Приклад 2. Проводилися дослідження авторитетності в групах з різним статусом. Результати представлені в таблиці.

Номер випробовуваного	Група 1 0 виборів ( $n_1=5$ )	Група 2 1 вибір ( $n_2 = 5$ )	Група 3 2-3 вибори ( $n_3 =5$ )	Група 4 4 і більше вибори ( $n_4 = 5$ )
1	5	5	5	9
2	5	6	6	9
3	2	7	7	8
4	5	6	7	8
5	4	4	5	7
Суми	21	28	30	41
Середні	4,2	5,6	6	8,2

Чи випадкова тенденція підвищення середніх значень за шкалою авторитетності в процесі переходу від групи до групи (зліва направо)?

Аналізуючи середні значення авторитетності, сформулюємо гіпотези.

## Гіпотези

$H_0$ : Тенденція підвищення значень за шкалою авторитетності в процесі переходу від групи до групи (зліва направо) випадкова.

$H_1$ : Тенденція підвищення значень за шкалою авторитетності під час переходу від групи до групи (зліва направо) не випадкова.

Розрахунок критерію  $S$  виконуватимемо в таблиці виду:

Номер випробовуваного	Група 1 0 виборів ( $n_1=5$ )		Група 2 1 вибір ( $n_2=5$ )		Група 3 2-3 вибори ( $n_3=5$ )		Група 4 4 і більше вибори ( $n_4=5$ )
	Індивідуальні значення	$S_i$	Індивідуальні значення	$S_i$	Індивідуальні значення	$S_i$	Індивідуальні значення
1	2	15	4	10	5	5	7
2	4	14	5	8	5	5	8
3	5	11	6	7	6	5	8
4	5	11	6	7	7	4	9
5	5	11	7	4	7	4	9
Суми		62		36		23	

У процесі виконання розрахунків по таблиці виконують наступні операції.

Всі індивідуальні значення розташовують в порядку зростання, для яких потім підраховують, скільки індивідуальних значень справа перевищує дане значення зліва. Обчислене "перевищення" записують в стовпець  $S_i$ . Після того, як всі "перевищення" знайдені, обчислюють емпіричне значення критерію  $S$  за формулою

$$S_9 = 2 \cdot A - B,$$

де  $A$  – сума всіх перевищень за всіма значеннями;

$B$  – максимально можлива кількість усіх "перевищень".

У нашому випадку

$$A = 62 + 36 + 23 = 121$$

$$B = \frac{C \cdot (C-1)}{2} \cdot n^2 = \frac{4 \cdot (4-1)}{2} \cdot 5^2 = 150,$$

де  $C$  – кількість стовпців (груп);

$n$  – кількість випробовуваних в кожному стовпці (групі).

Звідси емпіричне значення критерію  $S$  дорівнює:

$$S_9 = 2 \cdot A - B = 2 \cdot 121 - 150 = 92$$

За таблицею критерія S знайдемо його критичні значення для  $c = 4$  і  $n = 5$ :

$$S_{кр} = \begin{cases} 51(\alpha \leq 0,05) \\ (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Потім порівнюють  $S_e$  з  $S_{кр}$ . У нашому випадку  $S_e > S_{кр}$  на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто приймається гіпотеза  $H_1$ . Тенденція підвищення значень за шкалою авторитетності під час переходу від групи до групи не випадкова на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ .

### ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

1) Розв'язати приклад 1 використовуючи L-критерій Пейджа. Показники часу розв'язування випробовуваними анаграм 1, 2, 3 представлені в таблиці. Чи дійсно індивідуальний час розв'язання збільшується за такої послідовності представлення анаграм?

	A	B	C	D	E	F	G
1			<b>Застосування L-критерію</b>				
2							
3	Показники часу розв'язування випробовуваними анаграм 1, 2, 3 представлені в таблиці. Чи дійсно індивідуальний час розв'язання збільшується за такої послідовності представлення анаграм?						
4							
5							
6							
7	Число випробовуваних =		5	Число умов (анаграм) =			3
8							
9	Випробовуваний	Анаграма 1 Час (сек)	Анаграма 2 Час (сек)	Анаграма 3			
10				Час (сек)	Ранг 1	Ранг 2	Ранг 3
11	П						
12							
13	1	5	7	235	1	2	3
14	2	7	20	604	1	2	3
15	3	2	5	93	1	2	3
16	4	2	8	171	1	2	3
17	5	35	7	141	2	1	3
18	Суми	51	47	1244	6	9	15
19	Середні	10,2	9,4	248,8			
20							
21		Сумарний емпір.ранг =		30			
22		Розрахункова сума рангів =		30			
23		Le =		69			
24							





представлені в таблиці.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1			<b>Застосування критерію Джонкіра</b>							
2										
3		В процесі дослідження були отримані показники за шкалою авторитетності в групах з різним соціометричним статусом (N = 20)								
4										
5										
6		Кількість груп =				4				
7		Кількість випробовуваних в групі=				5				
8										
9		Номер	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4				
10		Випробовуваного	0	1	2-3	4 і більше				
11	випробовувача		випробовувача	випробовувача	випробовувача	випробовувача				
12	ного		(n1=5)	(n2 = 5)	(n3 = 5)	(n4 = 5)				
13										
14		1	5	5	5	9				
15		2	5	6	6	9				
16		3	2	7	7	8				
17		4	5	6	7	8				
18		5	4	4	5	7				
19		Суми	21	28	30	41				
20		Середні	4,2	5,6	6	8,2				
21										
22		Чи випадкова тенденція підвищення значень за шкалою авторитетності в процесі переходу від групи до групи (зліва направо) ?								
23										
24										
25		Знайдемо перевищення для кожної групи								
26										
27		Група 1	Перевищ.	Група 2	Перевищ.	Група 3	Перевищ.	Група 4	Перевищ.	
28		5	11	5	8	5	5	9	0	
29		5	11	6	7	6	5	9	0	
30		2	15	7	4	7	4	8	0	
31		5	11	6	7	7	4	8	0	
32		4	14	4	10	5	5	7	0	
33		Суми	62		36		23		0	
34										
35			A =	121			/51(0,05)			
36			B =	150		Skp =				
37			S <sub>E</sub> =	92			\72(0,01)			

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\begin{matrix} \left\langle \begin{matrix} (B28)-->=C14 \\ \dots\dots\dots \\ (B32)-->=C18 \end{matrix} \right. & \left\langle \begin{matrix} (D28)-->=D14 \\ \dots\dots\dots \\ (D32)-->=D18 \end{matrix} \right. & \left\langle \begin{matrix} (F28)-->=E14 \\ \dots\dots\dots \\ (F32)-->=E18 \end{matrix} \right. & \left\langle \begin{matrix} (H28)-->=F14 \\ \dots\dots\dots \\ (H32)-->=F18 \end{matrix} \right. \end{matrix}$$

(C28)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$D\$14:\$F\$18;"> 5")

(C29)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$D\$14:\$F\$18;"> 5")

(C30)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$D\$14:\$F\$18;"> 2")

(C31)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$D\$14:\$F\$18;"> 5")

(C32)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$D\$14:\$F\$18;"> 4")

↑

Значення групи 1

(E28)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$E\$14:\$F\$18;"> 5")

(E29)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$E\$14:\$F\$18;"> 6")

(E30)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$E\$14:\$F\$18;"> 7")

(E31)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$E\$14:\$F\$18;"> 6")

(E32)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$E\$14:\$F\$18;"> 4")

↑

Значення групи 2

(G28)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$F\$14:\$F\$18;"> 5")

(G29)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$F\$14:\$F\$18;"> 6")

(G30)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$F\$14:\$F\$18;"> 7")

(G31)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$F\$14:\$F\$18;"> 7")

(G32)-->= СЧЕТЕСЛИ(\$F\$14:\$F\$18;"> 5")

↑

Значення групи 3

(C33)-->= СУММ(C28:C32)

(D37)-->= 2\*D35 – D36

(E33)-->= СУММ(E28:E32)

(G33)-->= СУММ(G28:G32)

(I33)-->= СУММ(I28:I32)

(D35)-->= C33 + E33 + G33 + I33

(D36)-->= F6\*(F6-1)\*0,5\*F7^2

$$\left\{ \begin{array}{l} (I28) \rightarrow "O" \\ \dots\dots\dots \\ (I32) \rightarrow "O" \end{array} \right.$$

Коментар до завдання. Під час користування критерієм S дуже важливо створити тенденцію наростання середнього значення ознаки, що вивчається, під час переходу від групи до групи. Так, у нашому прикладі необхідно аналізувати вміст комірок C20, D20, E20, F20. У процесі переходу від C20 до F20 має бути тенденція зростання середнього значення ознаки, що вивчається. Якщо її немає, то необхідно переставити так групи, щоб створилася тенденція. Потім значення 1-ої, 2-ої і 3-ьої груп записати у формули відповідно комірок C28-C32, E28-E32, G28-G32 (як показано стрілкою).

Із порівняння  $S_E$  з  $S_{кр}$  видно, що  $S_E > S_{кр}$ . Це означає, що приймається гіпотеза  $H_1$ , тобто тенденція наростання ознаки в процесі переходу від групи до групи не випадкова на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ .

**Контрольні питання:**

1. Що використовують у Excel для розв'язання психологічних завдань?
2. Для чого застосовуються L-критерій тенденцій Пейджа?
3. Які тенденції дозволяє виявити L-критерій тенденцій Пейджа?
4. Які обмеження критерію L?
5. Які формули у Excel використовують для визначення L-критерію тенденцій Пейджа?
6. Для чого призначений S-критерій тенденцій Джонкіра?
7. Що дозволяє зробити S-критерій тенденцій Джонкіра?
8. Які обмеження критерію S?
9. Які формули у Excel використовують для знаходження S-критерію тенденцій Джонкіра?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

**Тема:** *Кутове перетворення Фішера (критерій  $\varphi^*$ )*

**Мета:** Навчитися застосовувати кутове перетворення Фішера для зіставлення двох вибірок за частотою ефекту, що зустрічається; отримати практичні навички обчислення критерію  $\varphi^*$  у середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Додж М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ:

#### *Кутове перетворення Фішера (критерій $\varphi^*$ )*

Критерій Фішера  $\varphi^*$  призначений для зіставлення двох вибірок за частотою ефекту, що зустрічається, який цікавить дослідника.

Критерій оцінює достовірність відмінностей між процентними долями двох вибірок, в яких зареєстрований ефект, що цікавить дослідника.

Суть кутового перетворення Фішера полягає в переводі процентних долей у величини центрального кута, що вимірюється в радіанах. Більшій процентній долі відповідатиме більший кут, а меншій долі – менший кут  $\varphi = 2 * \arcsin(\sqrt{P})$ , де P – процентна доля, виражена в долях одиниці. Чим більша величина  $\varphi^*$ , тим більш ймовірно, що відмінності достовірні.

**Обмеження критерію  $\varphi^*$ :**

1. Жодна з долей, що зіставляються, не повинна бути рівною нулю.
2. Верхня межа в критерії  $\varphi^*$  відсутня – вибірки можуть бути скільки завгодно великими.

Нижня межа – 2 спостереження в одній з вибірок. У процесі цього повинні дотримуватися наступні співвідношення: якщо  $n_1 = 2$ , то  $n_2 \geq 30$ ; якщо  $n_1 = 3$ , то  $n_2 \geq 7$ ; якщо  $n_1 = 4$ , то  $n_2 \geq 5$ ; за  $n_1, n_2 \geq 5$  можливі будь-які зіставлення.

Приклад 1. Наводяться дані успішності хлопчиків і дівчаток у класі.

*Хлопчики:* 4-3, 4-3, 4-5, 5-4, 4-3, 4, 4-3, 5-4, 4-3, 4-5, 4-3, 4-5, 4-5, 4;  $n_1 = 14$ .

*Дівчатка:* 4-5, 5-4, 5-4, 5-4, 4-5, 4-5, 4-5, 5-4, 5-4, 5-4, 5-4, 4-5, 4-5, 4-5, 5-4, 5-4;  $n_2 = 16$ .

*У кого вище успішність на 4-5?*

Побудуємо чотири клітинну таблицю виду:

Вибірка	Ефект 4-5	Немає ефекту 4-5	Суми
Хлопчики $n_1 = 14$	4 (28,6%)	10 (71,4%)	14
Дівчатка $n_2 = 16$	7 (43,8%)	9 (56,2%)	16
Суми	11	19	30

Аналізуючи процентні доли ефекту для хлопчиків і дівчаток, сформулюємо гіпотези.

**Гіпотези:**

**H<sub>0</sub>:** Успішність на 4-5 у хлопчиків зустрічається не частіше, ніж у дівчаток.

**H<sub>1</sub>:** Успішність на 4-5 у дівчаток зустрічається частіше, ніж у хлопчиків.

Потім за таблицею розрахунку  $\varphi$  знаходимо, чому рівний для процентної долі ефекту хлопчиків і дівчаток. У нашому випадку  $\varphi_1 (28,6\%) = 1,129$ ,  $\varphi_2(43,8\%) = 1,446$ . Емпіричне значення критерію обчислюється за формулою:

$$\varphi_{\vartheta}^* = |\varphi_1 - \varphi_2| \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = |1,129 - 1,446| \cdot \sqrt{\frac{14 \cdot 16}{14 + 16}} = 0,872$$

За таблицею критерію  $\varphi^*$  знаходимо критичні значення:

$$\varphi_{кр}^* = \begin{cases} 1,64 (\alpha \leq 0,05) \\ 2,31 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Потім порівнюють  $\varphi_{\text{емп}}^*$  з  $\varphi_{кр}^*$ . У нашому випадку  $\varphi_{кр}^* > \varphi_{\text{емп}}^*$ . Це означає, що підтверджується гіпотеза  $H_0$ , тобто успішність на 4-5 у хлопчиків зустрічається не частіше, ніж у дівчаток.

Приклад 2. Порівняти медиків (X) і пацієнтів (Y) за результатами відповідей на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ, якщо

X: 3,4,3,1,4,3,1,2,3,4,1,1,4,2,3

Y: 4,2,4,2,4,4,4,5,4,2,4,4,4,5,2.

Розв'яжемо цю задачу кутовим критерієм Фішера.

У якості ефекту порівняння використовуватимемо середнє значення (можна медіану) об'єднаної вибірки, складеної з відповідей медиків і пацієнтів. Середнє значення за такою вибіркою буде рівне:

ЕФЕКТ = (3 + 4 + 3 + 1 + 4 + 3 + 1 + 2 + 3 + 4 + 1 + 1 + 4 + 2 + 3 + 4 + 2 + 4 + 2 + 4 + 4 + 4 + 5 + 4 + 2 + 4 + 4 + 4 + 5 + 2) / 30  $\approx$  3,1.

Складемо таблицю:

Вибірка	Ефект > 3,1	Немає ефекту $\leq 3,1$	$\Sigma$
Медики	4 ((4/15)* 100%=27%)	11 (73%)	15
Пацієнти	11 ((11/15)* 100%=73%)	4 (27%)	15
$\Sigma$	15	15	30

Аналізуючи процентні долі ефекту для медиків і пацієнтів, сформулюємо гіпотези.

**$H_0$ :** Медики і пацієнти на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ відповіли однаково.

**$H_1$ :** Рівень відповіді пацієнтів на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ вище, ніж у медиків.

Знайдемо допоміжні кути  $\varphi_1(27\%)= 1,093$ ,  $\varphi_2(73\%)=2,049$ .

Обчислимо емпіричне значення кутового критерію Фішера:

$$\varphi_{\varnothing}^* = |\varphi_1 - \varphi_2| \cdot \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = |1,093 - 2,049| \cdot \sqrt{\frac{15 \cdot 15}{15 + 15}} = 0,956 \cdot 2,74 = 2,62.$$

За таблицею критерію Фішера знайдемо критичні значення:

$$\varphi_{кр}^* = \begin{cases} 1,64, (\alpha \leq 0,05) \\ 2,31, (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

З порівняння  $\varphi_{емп}^*$  з  $\varphi_{кр}^*$  видно, що  $\varphi_{емп}^* > \varphi_{кр}^*$ , тобто підтверджується гіпотеза  $H_1$ . Рівень відповіді пацієнтів на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ вище, ніж у медиків на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ .

### ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

1) Розв'язати приклад 1 використовуючи кутове перетворення Фішера:

Наводяться дані успішності хлопчиків і дівчаток у класі. Хлопчики: 4-3, 4-3, 4-5, 5-4, 4-3, 4, 4-3, 5-4, 4-3, 4-5, 4-3, 4-5, 4-5, 4;  $n_1 = 14$ . Дівчатка: 4-5, 5-4, 5-4, 5-4, 4-5, 4-5, 4-5, 5-4, 5-4, 5-4, 5-4, 4-5, 4-5, 4-5, 5-4, 5-4;  $n_2 = 16$ . У кого вище успішність на 4-5?

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ж	К
1	Початкові дані										
2	Nm =	14,00	<b>Застосування фі-* Фішера</b>								
3	Nd =	16,00									
4	Ефект =	4,5	Але:	Успішність на	4,5	у хлопчиків і дівчат					
5			H1:	Успішність на	4,5	у дівчат вище, ніж у хлопчиків					
6	Хлопчики	Дівчата									
7	4,30	4,50	Вибірка	4,50	не	4,50	Суми				
8	4,30	5,40	М	4,00	28,57%	10,00	71,43%	14,00			
9	4,50	5,40	Д	7,00	43,75%	9,00	56,25%	16,00			
10	5,40	5,40	Суми	11,00		19,00		30,00			
11	4,30	4,50									
12	4,00	4,50									
13	4,30	4,50		fi1(28,57%) =		1,127885					
14	5,40	5,40		fi2(43,75%) =		1,445468					
15	4,30	5,40	*								
16	4,50	5,40	fi эмп =	0,867803							

17	4,30	5,40		fi крит =	1,64	для рівня значимості $\leq 0,05$				
18	4,50	4,50			2,31	для рівня значимості $> 0,01$				
19	4,50	4,50		Висновок:	Успішність на	4,5	у хлопчиків і дівчат однакова			
20	4,00	4,50								
21		5,40								
22		5,40								

Під час цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

(E8)----->= СЧЕТЕСЛИ(A7:A20;B4)

(E9)----->= СЧЕТЕСЛИ(B7:B22;B4)

(G4)->= B4

(E7)->= B4

(E10)--> E8+E9

(G5)-->=B4

(H7)->=B4

(G10)--> G8+G9

(E13) і (F8)----->=\$E\$8/\$B\$2

і формат комірки процентний

(E14) і (F9)----->= \$E\$9/\$B\$3

і формат комірки процентний

(G8)----->= B2-E8

(G9)----->= B3-E9

(E16)----->= ABS(G13-G14)\*КОРЕНЬ(B2\*B3/(B2+B3))

(H8)----->= G8/B2

(G13)----->= 2\*ASIN(F8^0,5)

(H9)----->= G9/B3

(G14)----->= 2\*ASIN(F9^0,5)

(I8)----->= E8+G8

(E19)----->= ЕСЛИ(E17>E16;E4;E5)

(I9)----->= E9+G9

(G19)----->= B4

(I10)----->= E10+G10

(H19)----->= ЕСЛИ(E17>E16;H4;H5)

**2) Розв'язати приклад 2** використовуючи критерій  $\varphi^*$ : *Порівняти медиків (X)*

*і пацієнтів (Y) за результатами відповідей на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ, якщо*

*X: 3,4,3,1,4,3,1,2,3,4,1,1,4,2,3*

*Y: 4,2,4,2,4,4,4,5,4,2,4,4,4,5,2.*

Значення для розв'язання прикладу 2 у Excel fi крит узяті з додатку 6.



У комірки, виділені сірим кольором, записуються формули:

Адреса комірки	Формула	Адреса комірки	Формула
E11	=СЧЕТЕСЛИ(A10:A24;B4)	E10	=B4
E12	=СЧЕТЕСЛИ(B10:B24;B4)	H10	=B4
E13	=E11+E12	I11	=E11+G11
E16	=\$E\$11/\$B\$2 (*)	I12	=E12+G12
F11	=\$E\$11/\$B\$2 (*)	G13	=G13
E17	=\$E\$12/\$B\$3 (*)	I13	=E13+G13
F12	=\$E\$12/\$B\$3 (*)	G16	=2*ASIN(F11^0,5)
G11	=B2-E11	G17	=2*ASIN(F12^0,5)
G12	=B3-E12	E19	=ABS(G16-G17)*КОРЕНЬ (B2*B3/(B2+B3))
H11	=G11/B2 (*)	B26	=ЕСЛИ(E20>E19;B6;B7)
H12	=G12/B3 (*)		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Початкові дані										
2	Nмедики =	15,00	<b>Застосування фі-* Фішера</b>								
3	Kпацієнти=	15,00									
4	Ефект =	>3,1									
5											
6	H <sub>0</sub> :	Медики і пацієнти на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ відповіли однаково									
7	H <sub>1</sub> :	Рівень відповіді пацієнтів на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ вище, ніж у медиків									
8											
9	Медики	Пацієнти									
10	3,00	4,00		Вибірка	>3,1		не	3,1	Суми		
11	4,00	2,00		М	4,00	27 %	11,00	73%	15,00		
12	3,00	4,00		Д	11,00	73%	4,00	27%	15,00		
13	1,00	2,00		Суми	15,00		15,00		30,00		
14	4,00	4,00									
15	3,00	4,00									
16	1,00	4,00		fi2	27 %	) =	1,085278				
17	2,00	5,00		fi2	73 %	) =	2,056314				
18	3,00	4,00		X							
19	4,00	2,00		fi эмп =	2,659292						
20	1,00	4,00		fi крит =	1,64	Для рівня значущості ≤0,05					
21	1,00	4,00			2,31	Для рівня значущості ≤0,01					
22	4,00	4,00									
23	2,00	5,00									

24	3,00	2,00								
25										
26	Висновок:	Рівень відповіді пацієнтів на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ вище, ніж у медиків.								
27										

(\*) – Формат комірки необхідно зробити ПРОЦЕНТНИЙ.

Примітка: Щоб зробити процентний формат необхідно виконати наступні дії. Встановити курсор миші на потрібну комірку і клацнути правою клавішею миші. З'явиться меню. Перевести курсор на Формат ячеек і клацнути лівою клавішею миші. У вікні Формат ячеек перевести курсор на Процентний і клацнути лівою клавішею миші. Потім лівою клавішею миші клацнути по кнопці ОК.

Діаграма відповіді медиків і пацієнтів на питання Я НЕРВОВИЙ І ЛЕГКО ЗБУДЖУЮСЯ.

3) Побудувати гістограму до прикладу 2 як на рис. 1.

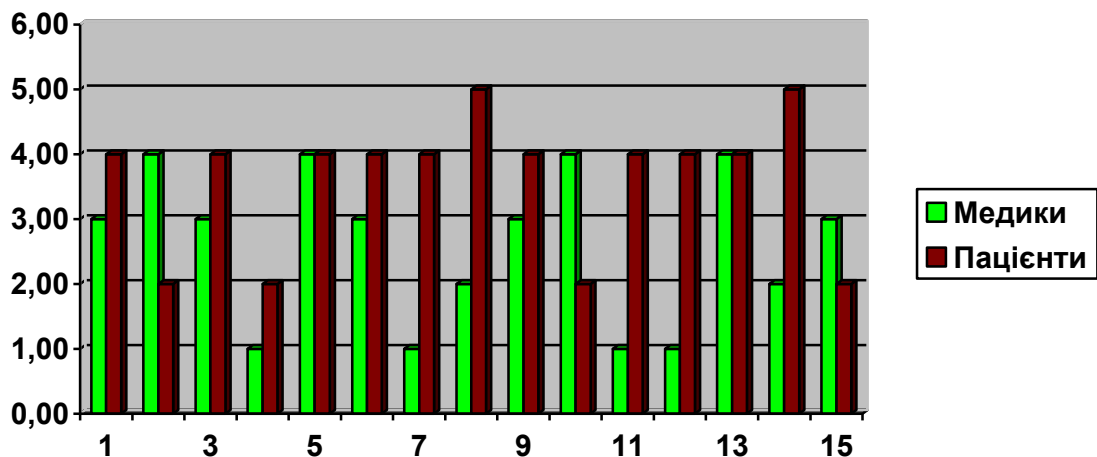


Рис.1. Діаграма медиків і пацієнтів за результатами порівняння прикладу 2

### **Контрольні питання:**

1. Для чого застосовуються кутове перетворення Фішера?
2. Що оцінює критерій  $\phi^*$  ?
3. У чому полягає суть кутового перетворення Фішера?
4. Коли відмінності між двома різними вибірками достовірні?
5. Які обмеження критерію  $\phi^*$ ?

6. Яка нижня межа може бути в одній із двох вибірок, використовуючи кутове перетворення Фішера?
7. За якою формулою обчислюється емпіричне значення даного критерію?
8. Формули якої категорії у Excel використовують для обчислення критерію  $\varphi^*$  ?
9. Як зробити формат комірки «процентний»?
10. Як побудувати гістограму результатів порівняння двох вибірок у Excel?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8-9

**Тема:** *Критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона*

**Мета:** Навчитися застосовувати критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона для зіставлення емпіричного розподілу ознаки з теоретичним – рівномірним, нормальним або іншим розподілом; для зіставлення двох, трьох або більше емпіричних розподілів однієї і тієї ж ознаки. Отримати практичні навички обчислення критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона у середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Додж. М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ:

### *Критерій узгодженості розподілів $\chi^2$ – Пірсона*

Критерій  $\chi^2$  застосовується у двох випадках.

1. Для зіставлення емпіричного розподілу ознаки з теоретичним – рівномірним, нормальним або іншим розподілом.
2. Для зіставлення двох, трьох або більше емпіричних розподілів однієї і тієї ж ознаки.

Критерій  $\chi^2$  дає відповідь на питання, чи з однаковою частотою зустрічаються різні значення ознаки в емпіричному і теоретичному розподілах або в двох емпіричних розподілах. Критерій  $\chi^2$  обчислюється за формулою:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_{\text{э}i} - m_{\text{т}i})^2}{m_{\text{т}i}},$$

де  $m_{\text{э}i}$  – емпірична частота по  $i$ -у розряду ознаки;

$m_{\text{т}i}$  – теоретична частота по  $i$ -у розряду ознаки;

$i$  – порядковий номер розряду;  $k$  – кількість розрядів ознаки.

### *Обмеження критерію $\chi^2$*

1. Обсяг вибірки має бути достатньо великим:  $n \geq 30$ . за  $n < 30$  критерій  $\chi^2$  дає дуже наближені значення. Точність критерію підвищується за великих  $n$ .

2. Теоретична частота для кожного  $i$ -ого елемента таблиці не має бути менше 5:  $m_{\text{т}i} \geq 5$ .

Якщо кількість розрядів ( $k$ ) задано заздалегідь, то мінімальне число спостережень ( $n_{\text{min}}$ ) визначається за формулою:  $n_{\text{т}i} = k \geq 5$ .

3. Вибрані розряди мають охоплювати весь діапазон варіативності ознак. Групування на розряди має бути однаковим у всіх розподілах, що зіставляються.

4. Необхідно вносити «поправку на неперервність» у процесі зіставлення розподілів ознак, які набувають всього 2 значення.

5. Сума спостережень по розрядах завжди має дорівнювати загальній кількості спостережень.

## Техніка обчислення критерію $\chi^2$ - Пірсона

**Приклад 1.** Було відмічено, що книги з психології: книга 1, книга 2, книга 3, книга 4 були затребувані в читальному залі за 1 тиждень наступне число разів:

Книги	Книга1	Книга2	Книга3	Книга4	Всього
Частота	14	5	8	5	32

Потрібно зіставити отримані емпіричні частоти з теоретичними.

Аналізуючи частоти затребуваності книг, сформулюємо гіпотези.

### Гіпотези

**H<sub>0</sub>:** Частота затребуваності книг не відрізняється від рівномірного розподілу.

**H<sub>1</sub>:** Частота затребуваності книг відрізняється від рівномірного розподілу.

Теоретична частота рівномірного розподілу ознаки визначається за формулою:

$$m_T = \frac{n}{k},$$

де n – кількість спостережень (сумарна частота);

k – кількість розрядів ознаки (число книг).

У нашому випадку  $m_T = \frac{32}{4} = 8$ . Порівняємо з цією теоретичною частотою всі емпіричні частоти. Обчислимо емпіричне значення критерію  $\chi^2$  за таблицею.

Розряди	Емпіричні частоти ( $m_{\varepsilon i}$ )	Теоретичні частоти ( $m_{T i}$ )	$(m_{\varepsilon i} - m_{T i})$	$(m_{\varepsilon i} - m_{T i})^2$	$\frac{(m_{\varepsilon i} - m_{T i})^2}{m_{T i}}$
Книга 1	14	8	6	36	4,500
Книга2	5	8	-3	9	1,125
Книга3	8	8	0	0	0
Книга4	5	8	-3	9	1,125
Суми	32	32	0		$\chi^2 = 6,750$

Необхідно кожного разу перевіряти, що сума різниць  $(m_{\varepsilon i} - m_{T i})$  дорівнює 0. Якщо це не виконується, то даний факт означає, що в підрахунку частот або різниць допущена помилка.

Емпіричне значення критерію  $\chi^2$  – Пірсона в нашому випадку рівне  $\chi^2 = 6,750$ .

Знайдемо число ступеней свободи  $\nu = k - 1$ , де  $k$  – кількість розрядів. У нашому випадку  $\nu = 4 - 1 = 3$ .

Потім за таблицею критерію  $\chi^2$  (див. додаток 3) знайдемо критичні значення.

$$\chi_{кр}^2 = \begin{cases} 7,815(\alpha \leq 0,05) \\ 11,345(\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Далі порівнюють  $\chi^2$  з  $\chi_{кр}^2$ . У нашому випадку  $\chi_{кр}^2 > \chi^2$ . Це означає, що підтверджується гіпотеза  $H_0$ , тобто частота затребуваності книг не відрізняється від рівномірного розподілу.

Розглянемо приклад з поправкою на неперервність.

**Приклад 2.** У записнику психолога імена чоловіків зустрічаються 22 рази, а жінок 45 разів. Чи відрізняється розподіл, отриманий у записнику психолога, від рівномірного розподілу? Емпіричні частоти імен чоловіків і жінок, що зустрічаються в записнику психолога наведені в таблиці.

<i>Чоловіки</i>	<i>Жінки</i>	<i>Всього осіб</i>
22	45	67

Аналізуючи частоти чоловічих і жіночих імен, тієї, що зустрічаються сформулюємо гіпотези.

### Гіпотези

$H_0$ : Розподіл чоловічих і жіночих імен у записнику не відрізняється від рівномірного розподілу;

$H_1$ : Розподіл чоловічих і жіночих імен у записнику відрізняється від рівномірного розподілу.

Знайдемо теоретичну частоту:  $m_T = \frac{n}{k} = 33,5$ , де  $n = 67$ ,  $k = 2$ .

Число ступеней  $\nu = k - 1 = 1$ . Обчислимо емпіричне значення критерію  $\chi^2$  за таблицею.

Розряди	$m_{\varepsilon i}$	$m_{Ti}$	$(m_{\varepsilon i} - m_{Ti})$	$( m_{\varepsilon i} - m_{Ti}  - 0,5)$	$( m_{\varepsilon i} - m_{Ti}  - 0,5)^2$	$\frac{( m_{\varepsilon i} - m_{Ti}  - 0,5)^2}{m_{\varepsilon i}}$

Чоловіки	22	33,5	-11,5	11	121	3,61
Жінки	45	33,5	11,5	11	121	3,61
Суми	67	67	0			$\chi_3^2 = 7,22$

Потім за таблицею критерію  $\chi^2$  додатку 7 знайдемо критичні значення для  $\nu=1$ .

$$\chi_{кр}^2 = \begin{cases} 3,841(\alpha \leq 0,05) \\ 11,345(\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Потім порівнюють  $\chi_3^2$  з  $\chi_{кр}^2$ . У нашому випадку  $\chi_3^2 > \chi_{кр}^2$ . Це означає, що підтверджується гіпотеза  $H_1$ , тобто розподіл чоловічих і жіночих імен у записнику відрізняється від рівномірного розподілу.

Розглянемо випадок застосування критерію  $\chi^2$  – Пірсона для зіставлення більше двох розподілів однієї і тієї ж ознаки.

**Приклад 3.** У соціально-психологічних дослідженнях стереотипів мужності вибірці з 31 жінки з вищою освітою у віці від 22 до 49 років (середній вік 35 років) пред'являлися переліки якостей, що характеризують один з чотирьох типів мужності: міфологічний, національний, сучасний і релігійний.

Результати експерименту наведені в таблиці.

Тип мужності	Емпіричні позиції								Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Міфологічний тип	2	А	6	Б	4	В	19	Г	31
2. Національний тип	19	Д	4	Е	7	Ж	1	З	31
3. Сучасний тип	7	І	10	К	12	Л	2	М	31
4. Релігійний тип	3	Н	11	О	8	П	9	Р	31
Всього	31		31		31		31		124

Сформулюємо гіпотези.

### Гіпотези

**$H_0$ :** Розподіли переваг, виявлені по чотирьох типах мужності, не відрізняються між собою.



**H<sub>1</sub>:** Розподіли переваг, виявлені по чотирьох типах мужності, розрізняються між собою.

Обчислимо теоретичні частоти для кожного елементу таблиці емпіричних частот за формулою:

$$f_T = \left( \begin{array}{l} \text{Сума частот по} \\ \text{відповідній стрічці} \end{array} \right) \cdot \left( \begin{array}{l} \text{Сума частот по} \\ \text{відповідно му стовпцю} \\ \text{Загальна кількість} \\ \text{спостережень} \end{array} \right)$$

Так,  $f_{Aтеор} = 31 \cdot 31,124 = 7,75$ ,  $f_{Bтеор} = 31 \cdot 31,124 = 7,75$  і т.д.

Усі розрахунки виконуватимемо в таблиці

Розряди – типи мужності	Позиція вибору	Емпірична частота $f_3$	Теоретична частота $f_T$	$(f_3 - f_T)$	$(f_3 - f_T)^2$	$(f_3 - f_T)^2 / f_T$
1. Міфологічний тип	1	2	7,75	-5,75	33,063	4,266
	2	6	7,75	-1,75	3,063	0,395
	3	4	7,75	-3,75	14,063	1,815
	4	19	7,75	+ 11,25	126,563	16,331
2. Національний тип	1	19	7,75	+ 11,25	126,563	16,331
	2	4	7,75	-3,75	14,063	1,815
	3	7	7,75	-0,75	0,563	0,073
	4	1	7,75	-6,75	45,563	5,879
3. Сучасний тип	1	7	7,75	-0,75	0,563	0,073
	2	10	7,75	+2,25	5,063	6,053
	3	12	7,75	+4,25	18,063	2,331
	4	2	7,75	-5,75	33,063	4,266
4. Релігійний тип	1	3	7,75	-4,75	22,563	2,911
	2	11	7,75	+3,25	10,563	1,362
	3	8	7,75	+0,25	0,063	0,008
	4	9	7,75	+ 1,25	1,563	0,202
Суми		124	123,0	0		$\chi^2 = 58,711$

Обчислимо число ступенів свободи  $v = (k - 1) \cdot (c - 1) = (4-1) \cdot (4-1) = 9$ .

За таблицею критерію  $\chi^2$ - Пірсона (див. додаток 3) знайдемо для числа ступенів свободи  $v = 9$  критичних значень.

$$\chi_{кр}^2 = \begin{cases} 16,919 (\alpha \leq 0,05) \\ 21,666 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}$$

Потім порівнюють  $\chi^2$  з  $\chi_{кр}^2$ . У нашому випадку  $\chi^2 > \chi_{кр}^2$ . Це означає, що підтверджується гіпотеза  $H_1$ , тобто розподіли переваг, виявлені по чотирьох типах

мужності, розрізняються між собою на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто 1%.

### ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

**1) Розв'язати приклад 1** використовуючи критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона: *Було відмічено, що книги з психології були затребувані в читальному залі за 1 тиждень наступне число разів: книга 1 –14, книга 2 –5, книга 3 – 8, книга 4 –5. Потрібно зіставити отримані емпіричні частоти з теоретичними.*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1			<b>Узгодженість за критерієм хі-квадрат Пірсона</b>							
2			емпіричного з теоретичним розподілом							
3										
4	Було відмічено, що книги з психології: книга 1, книга 2, книга 3, книга 4 були затребувані									
5	у читальному залі за тиждень наступне число разів:									
6										
7		Книги	1	2	3	4	Всього			
8		Частота	14	5	8	5	32			
9										
10	Потрібно зіставити отримані емпіричні частоти з теоретичними частотами рівномірного									
11	розподілу ознаки.									
12										
13		Відомо, що $m_{теор} = n / k$								
14		де n – кількість спостережень (сумарна частота) =						32		
15		k – кількість розрядів ознаки (число книг) =						4		
16										
17			$m_{теор} =$	8						
18										
19		Розряди	Емпіри-	Теорети-		2	2			
20			чні	чні	$m_{эj} - m_{тj}$	$m_{эj} - m_{тj}$	$(m_{эj} - m_{тj})$			
21			частоти	частоти						
22			$(m_{эj})$	$(m_{тj})$			$m_{тj}$			
23		Книга 1	14	8	6	36	4,5			
24		Книга 2	5	8	-3	9	1,125			
25		Книга 3	8	8	0	0	0			
26		Книга 4	5	8	-3	9	1,125			
27		Суми	32	32	0	хі-квадрат =	6,75			
28										
29										
30			$v=k-1 =$	3	число ступеней					

					свободи				
31									
32					/7,815	(0,05)			
33			$\chi^2$ -КВАДРАТ <sub>крит</sub> =						
34					\11,345	(0,01)			
35									

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\begin{aligned}
 (D17) & \rightarrow = H14/H15 & G8 & \rightarrow = СУММ(C8:F8) \\
 (H14) & \rightarrow = C8 & (H15) & \rightarrow = F7 \\
 \\ 
 \left\{ \begin{array}{l} (C23) \rightarrow = C8 \\ \dots\dots\dots \\ (C26) \rightarrow = F8 \end{array} \right. & & \left\{ \begin{array}{l} (D23) \rightarrow = D17 \\ \dots\dots\dots \\ (D26) \rightarrow = D17 \end{array} \right. & \\
 \\ 
 \left\{ \begin{array}{l} (E23) \rightarrow = C23 - D23 \\ \dots\dots\dots \\ (E26) \rightarrow = C26 - D26 \end{array} \right. & & \left\{ \begin{array}{l} (F23) \rightarrow = E23^2 \\ \dots\dots\dots \\ (F26) \rightarrow = E26^2 \end{array} \right. & \\
 \\ 
 \left\{ \begin{array}{l} (G23) \rightarrow = F23/D23 \\ \dots\dots\dots \\ (G26) \rightarrow = F26/D26 \end{array} \right. & & (C27) \rightarrow = СУММ(C23:C26) & \\
 \\ 
 (G27) \rightarrow = СУММ(G23:G26) & & (E27) \rightarrow = СУММ(E23:E26) & \\
 (D27) \rightarrow = СУММ(D23:D26) & & (D30) \rightarrow = H15 - 1 & 
 \end{aligned}$$

**Коментар до завдання.** З порівняння  $\chi^2$  КВАДРАТ<sub>крит</sub> з  $\chi^2$  КВАДРАТ (див. додаток 3) видно, що  $\chi^2$  КВАДРАТ<sub>крит</sub> >  $\chi^2$  КВАДРАТ. Це означає, що приймається гіпотеза  $H_0$ , тобто частота затребуваності книг не відрізняється від рівномірного розподілу.

**2) Розв’язати приклад 2** використовуючи критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона:

*У записнику психолога імена чоловіків зустрічаються 22 рази, а жінок 45 разів, всього – 67 чоловік. Чи відрізняється розподіл, отриманий у записнику психолога, від рівномірного розподілу?*

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			<b>Узгодженість за критерієм хі-квадрат Пірсона</b>					
2			емпіричного з теоретичним розподілом					
3			з поправкою на неперервність.					
4								
5		У записнику психолога імена чоловіків зустрічаються 22 рази, а жінок 45 разів.						
6		Чи підкоряється розподіл чоловічих і жіночих імен в записнику рівномірному						
7		розподілу?						
9			Чоловік	Жінок	Всього чоловік			
10			22	45	67			
11								
12		Відомо, що $n_{теор} = n / k$						
13		де $n$ – кількість спостережень (сумарна частота) =					67	
14		$k$ – кількість розрядів ознаки (число книг) =					2	
15								
16		$n_{теор} =$	33,5		$v = k - 1 =$	1	число ступеней свободи	
17								
18		Розряди	Емпіри-	Теорети-			2	2
19			чні	чні	$m_{эj} - m_{rj}$	$( m_{эj} - m_{rj}  - 0,5)$	$( m_{эj} - m_{rj}  - 0,5)$	$( m_{эj} - m_{rj}  - 0,5)$
20			частоти	частоти				.....
21			$(m_{эj})$	$(m_{rj})$				$m_{rj}$
22		Чоловіки	22	33,5	-11,5	11	121	3,61
23		Жінки	45	33,5	11,5	11	121	3,61
24		Суми	67	67	0		хі-квадрат =	7,22
25								
26								
27			Для $V=1$		/3,841	(0,05)		
28			Хі-КВАДРАТ <sub>КРИТ</sub> =					
29					\ 6,635	(0,01)		
30								

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$(E10) \rightarrow C10 + D10$$

$$(G13) \rightarrow E10$$

$$(C22) \rightarrow C10$$

$$(D22) \rightarrow C16$$

$$(C23) \rightarrow D10$$

$$(D23) \rightarrow C16$$

$$(G22) \rightarrow F22^2$$

$$(H22) \rightarrow G22 / D22$$

$$(G23) \rightarrow F23^2$$

$$(H23) \rightarrow G23 / D23$$

$$(C16) \rightarrow G13 / G14$$

$$(F16) \rightarrow G14 - 1$$

$$(F22) \rightarrow \text{ABS}(E22) - 0,5$$

$$(E22) \rightarrow C22 - D22$$

$$(F23) \rightarrow \text{ABS}(E23) - 0,5$$

$$(E23) \rightarrow C23 - D23$$

$$(E24) \rightarrow \text{СУММ}(E22 : E23)$$

$$(H24) \rightarrow \text{СУММ}(H22 : H23)$$

$$(C24) \rightarrow \text{СУММ}(C22 : C23)$$

$$(D24) \rightarrow \text{СУММ}(D22 : D23)$$

**Коментар до завдання.** З порівняння  $\chi^2_{\text{КРИТ}}$  з  $\chi^2$  (див. додаток 3) видно, що  $\chi^2 > \chi^2_{\text{КРИТ}}$ . Це означає, що приймається гіпотеза  $H_1$ , тобто розподіл чоловічих і жіночих імен в записнику відрізняється від рівномірного розподілу на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ .

**3) Розв'язати приклад 3** використовуючи критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона:

*У соціально-психологічних дослідженнях стереотипів мужності вибірці з 31 жінки з вищою освітою у віці від 22 до 49 років (середній вік 35 років) пред'являлися переліки якостей, що характеризують один з чотирьох типів мужності: міфологічний, національний, сучасний і релігійний. Чи відрізняються розподіли переваг, виявлені по чотирьох типах мужності, між собою.*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1			<b>Застосування хі-квадрата для</b>						
2			<b>зіставлення</b>						
3			<b>більш, ніж 2 розподілів</b>						
4	У соціально-психологічних дослідженнях стереотипів мужності вибірці з								
5	31 жінки з вищою освітою у віці від 22 до 49 років (середній вік 35 років)								
6	пред'являлися переліки якостей, що характеризують один з чотирьох типів								
7	мужності: міфологічний, національний, сучасний і релігійний.								
8	Результати експерименту представлені в таблиці (2-ий і 3-ій стовпці)								
9									
10	Розряди -	Позиція	Емпіри-	Теорети-	$(f_3 - f_T)$	$(f_3 - f_T)^2$	$(f_3 - f_T)^2$		
11	типи	вибору	чна	чна			_____		
12	мужності		частота	частота			$f_T$		
13			$f_3$	$f_T$					
14									
15	1. Міфологі-	1	2	7,75	-5,75	33,063	4,266		
16	чний тип	2	6	7,75	-1,75	3,063	0,395		
17		3	4	7,75	-3,75	14,063	1,815		
18		4	19	7,75	11,25	126,563	16,331		
19	2. Національ-	1	19	7,75	11,25	126,563	16,331		
20	ний тип	2	4	7,75	-3,75	14,063	1,815		
21		3	7	7,75	-0,75	0,563	0,073		
22		4	1	7,75	-6,75	45,563	5,879		
23	3. Сучасний	1	7	7,75	-0,75	0,563	0,073		
24	тип	2	10	7,75	2,25	5,063	0,653		
25		3	12	7,75	4,25	18,063	2,331		
26		4	2	7,75	-5,75	33,063	4,266		
27	4. Релігійний	1	3	7,75	-4,75	22,563	2,911		
28	тип	2	11	7,75	3,25	10,563	1,363		
29		3	8	7,75	0,25	0,063	0,008		
30		4	9	7,75	1,25	1,563	0,202		
31	Суми		124	124,0	0,0		58,710		
32									
33	Хі-квадрат=	58,710		Число ступеней свободи = 9					
34									
35							/16,919	(0,05)	
36				Хі-КВАДРАТ <sub>КРИТ</sub> =					
37							\21,666	(0,01)	
38									

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\left\langle \begin{array}{l} (D15) \rightarrow = \text{СУММ} (\$C\$15:\$C\$18) * (\$C15 + \$C19 + \$C23 + \$C27) / \$C\$31 \\ \dots \\ (D18) \rightarrow = \text{СУММ} (\$C\$15:\$C\$18) * (\$C18 + \$C22 + \$C26 + \$C30) / \$C\$31 \end{array} \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} (D19) \rightarrow = \text{СУММ}(\$C\$19:\$C\$22) * (\$C15 + \$C19 + \$C23 + \$C27) / \$C\$31 \\ \dots \\ (D22) \rightarrow = \text{СУММ}(\$C\$19:\$C\$22) * (\$C18 + \$C22 + \$C26 + \$C30) / \$C\$31 \end{array} \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} (D23) \rightarrow = \text{СУММ}(\$C\$23:\$C\$26) * (\$C15 + \$C19 + \$C23 + \$C27) / \$C\$31 \\ \dots \\ (D26) \rightarrow = \text{СУММ}(\$C\$23:\$C\$26) * (\$C18 + \$C22 + \$C26 + \$C30) / \$C\$31 \end{array} \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} (D27) \rightarrow = \text{СУММ} (\$C\$27:\$C\$30) * (\$C15 + \$C19 + \$C23 + \$C27) / \$C\$31 \\ \dots \\ (D30) \rightarrow = \text{СУММ} (\$C\$27:\$C\$30) * (\$C18 + \$C22 + \$C26 + \$C30) / \$C\$31 \end{array} \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} (E15) \rightarrow = C15 - D15 \\ \dots \\ (E30) \rightarrow = C30 - D30 \end{array} \right\rangle \quad \left\langle \begin{array}{l} (F15) \rightarrow = E15^2 \\ \dots \\ (F30) \rightarrow = E30^2 \end{array} \right\rangle \quad \left\langle \begin{array}{l} (G15) \rightarrow = F15 / D15 \\ \dots \\ (G30) \rightarrow = F30 / D30 \end{array} \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} (C31) \rightarrow = \text{СУММ}(C15:C30) \\ \dots \\ (E31) \rightarrow = \text{СУММ}(E15:E30) \end{array} \right\rangle \quad \begin{array}{l} (G31) \rightarrow = \text{СУММ}(G15:G30) \\ (B33) \rightarrow = G31 \\ (G33) \rightarrow = (4-1) * (4-1) \end{array}$$

**Коментар до завдання.** З порівняння  $\chi^2_{\text{КРИТ}}$  з  $\chi^2$  (див. додаток 3) видно, що  $\chi^2 > \chi^2_{\text{КРИТ}}$ . Це означає, що приймається гіпотеза  $H_1$  тобто розподіли переваг, виявлені по чотирьох типах мужності, розрізняються між собою на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ .

### Контрольні питання:

1. Для чого застосовуються критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона?
2. На які питання дає відповідь критерій  $\chi^2$ ?
3. За якою формулою обчислюється Критерій  $\chi^2$  ?
4. Які обмеження критерію  $\chi^2$  ?

5. Якщо кількість розрядів задано заздалегідь, як визначається мінімальне число спостережень?
6. Яка техніка обчислення критерію  $\chi^2$ - Пірсона?
7. Функції якої категорії застосовуються в Excel для обчислення критерію узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона?
8. Чи застосовується статистична функція ПИРСОН для обчислення критерію узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона?
9. Чи застосовується математична функція ABS для обчислення критерію узгодженості розподілів  $\chi^2$  – Пірсона?



## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 10

**Тема:** *Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок*

**Мета:** Навчитися застосовувати однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок. Отримати практичні навички обчислення даного критерію в середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К. М. Гуревича, Е. М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р. С. Психология: учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б. А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В. М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А. А., Столин В. В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Додж М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ:

*Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок*

Однофакторний дисперсійний аналіз застосовується в тих випадках, коли досліджуються зміни результативної ознаки під впливом умов, що змінюються, або градацій фактора. За однофакторного дисперсійного аналізу незв'язаних вибірок впливу кожної з градацій чинника підпадають різні вибірки випробовуваних.

*Обмеження однофакторного дисперсійного аналізу для незв'язаних вибірок:*

1. Однофакторний дисперсійний аналіз вимагає не менше трьох градацій фактора і не менше два випробовуваних в кожній градації.

2. Потрібно дотримуватися правила рівності дисперсій в кожній комірці

дисперсійної таблиці.

3. Результативна ознака має бути нормально розподілена в досліджуваній вибірці.

**Приклад 1.** Три різні групи з шести випробовуваних одержали списки з десяти слів. Першій групі слова пропонувалися з низькою швидкістю – 1 слово в 5 секунд, другій групі з середньою швидкістю – 1 слово в секунду. Було передбачене, що показники відтворення залежатимуть від швидкості представлення слів. Результати представлені в таблиці.

№ випробовуваного	Група 1 низька швидкість	Група 2 середня швидкість	Група 3 висока швидкість
1	8	7	4
2	7	8	5
3	9	5	3
4	5	4	6
5	6	6	2
6	8	7	4
Суми	43,0	37,0	24,0
Середні	7,17	6,17	4,00
Загальна сума	104,0		

Сформулюємо **гіпотези**.

**H<sub>0</sub>:** Відмінності в обсязі відтворення слів між групами є менш вираженими, ніж випадкові відмінності усередині кожної групи.

**H<sub>1</sub>:** Відмінності в обсязі відтворення слів між групами є більш вираженими, ніж випадкові відмінності усередині кожної групи.

Ці гіпотези перевіряють за допомогою критерію F Фішера. Технологія обчислення критерію F представлена в наступній таблиці.

Операція	Розрахунок за експериментальними даними
1. Підрахувати $SS_{факт}$	$SS_{факт} = (432 + 372 + 242) / 6 - 1042 / (6 * 3) = 31,44$
2. Підрахувати $SS_{общ}$	$SS_{общ} = 82 + 72 + 92 + 52 + 62 + 82 + 72 + 82 + 52 + 42 + 62 + 72 + 42 + 52 + 32 + 62 + 22 + 42 - 1042 / (6 * 3) = 63,11$
3. Підрахувати випадкову величину $SS_{сл}$	$SS_{сл} = 63,11 - 31,44 = 31,67$
4. Визначити число ступенів свободи	$f_{факт} = c - 1 = 3 - 1 = 2$ $f_{общ} = c * n - 1 = 18 - 1 = 17$ $f_{сл} = f_{общ} - f_{факт} = 17 - 2 = 15$
5. Розділити кожену $SS$ на відповідне число ступеней свободи	$MS_{факт} = SS_{факт} / f_{факт} = 31,44 / 2 = 15,72$ $MS_{сл} = SS_{сл} / f_{сл} = 31,67 / 15 = 2,11$
6. Підрахувати значення $F_{эмп}$	$F_{эмп} = MS_{факт} / MS_{сл} = 15,72 / 2,11 = 7,45$
7. Визначити критичні значення $F$	Для $f_{факт} = 2$ і $f_{сл} = 15$
8. Зіставити $F_{эмп}$ з $F_{кр}$	За $F_{эмп} \geq F_{кр}$ $H_0$ відхиляється

У таблиці прийняті наступні позначення:

$n$  – число випробовуваних в кожній групі;  $c$  – число груп;

$SS_{факт}$  – варіативна ознака, зумовлена дією досліджуваного чинника;

$SS_{общ}$  – загальна варіативна ознака;

$MS$  – "середній квадрат" відповідних варіативностей;

$f$  – число ступенів свободи.

Зіставлення  $F_{эмп}$  з  $F_{кр}$  дозволяє зробити висновок, що приймається гіпотеза  $H_1$ . Відмінності в обсязі відтворення слів між групами є більш вираженими, ніж випадкові відмінності усередині групи на рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто швидкість представлення слів впливає на обсяг їх відтворення.

## ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

1) Розв'язати приклад 1 використовуючи однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок. Три різні групи з шести випробовуваних одержали списки з десяти слів. Першій групі слова пропонувалися з низькою швидкістю – 1 слово в 5 секунд, другій групі з середньою швидкістю – 1 слово в секунду. Було передбачено, що показники відтворення залежатимуть від швидкості представлення слів.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Застосування дисперсійного однофакторного аналізу для незв'язаних вибірок</b>								
2									
3									
4	Три різні групи з шести випробовуваних отримали списки								
5	з десяти слів. Першій групі, слова пропонувалися з низькою								
6	швидкістю – 1 слово в 5 секунд, другій групі з середньою швид-								
7	кістю – 1 слово в 2 секунди і третій групі з більшою швид-								
8	кістю – 1 слово в секунду. Було передбачено, що показники								
9	відтворення залежатимуть від швидкості представлення слів.								
10	Результати представлені в таблиці.								
11									
12		№ випро-	Група 1	Група 2	Група 3		<b>РОЗРАХУНКИ</b>		
13		бовуваного	низ.швид.	сер.швид.	вис.швид.				
14			A	B	C		A <sup>2</sup>	B <sup>2</sup>	C <sup>2</sup>
15									
16		1	8	7	4		64	49	16
17		2	7	8	5		49	64	25
18		3	9	5	3		81	25	9
19		4	5	4	6		25	16	36
20		5	6	6	2		36	36	4
21		6	8	7	4		64	49	16
22									
23		Суми	43,0	37,0	24,0	Суми	319,0	239,0	106,0
24									
25		Середні	7,17	6,17	4,00				
26									
27		Загальна				Загальна			
28		сума	104,0			сума	664,0		
29									

30		РОЗРАХУНКИ							
31									
32	Кількість випробовуваних =	6,0							
33	Число градацій фактора =	3,0							
34									
35	$SS_{факт} =$	31,44		$V_{факт} =$	2		$MS_{факт} =$	15,72	
36	$SS_{общ} =$	63,11		$V_{общ} =$	17		$MS_{сл} =$	2,11	
37	$SS_{сл} =$	31,67		$V_{сл} =$	15		$F_{эмп} =$	7,45	
38									
39	Якщо $F_{эмп}$ більше або рівне $F_{кр}$ , $H_0$ відхиляється					Для $V_{факт} = 2$ і $V_{сл} = 15$			
40								/3,68	(0,05)
41							$F_{кр} =$		
42								\ 6,636	(0,01)

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\left\{ \begin{array}{l} (C23) \rightarrow = СУММ(C16:C21) \\ (E23) \rightarrow = СУММ(E16:E21) \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} (C25) \rightarrow = СРЗНАЧ(C16:C21) \\ (E25) \rightarrow = СРЗНАЧ(E16:E21) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (C28) \rightarrow = СУММ(C23:E23) \\ (G28) \rightarrow = СУММ(G23:I23) \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} (G23) \rightarrow = СУММ(G16:G21) \\ (I23) \rightarrow = СУММ(I16:I21) \end{array} \right.$$

$$(B35) \rightarrow = (C23^2 + D23^2 + E23^2) / D32 - C28^2 / (D32 * D33)$$

$$(B36) \rightarrow = G28 - C28^2 / (D32 * D33)$$

$$(B37) \rightarrow = B36 - B35$$

$$(E35) \rightarrow = D33 - 1$$

$$(E36) \rightarrow = D32 * D33 - 1$$

$$(H36) \rightarrow = B37 / E37$$

$$(H37) \rightarrow = H35 / H36$$

$$(E37) \rightarrow = E36 - E35$$

$$(H35) \rightarrow = B35 / E35$$

**Коментар до завдання.** З порівняння  $F_{эмп}$  з  $F_{кр}$  видно, що  $F_{эмп} > F_{кр}$ . Це означає, що приймається гіпотеза  $H_1$ . Відмінності в обсязі відтворення слів між групами є більш вираженими, ніж випадкові відмінності усередині групи на

рівні значущості  $\alpha \leq 0,01$ , тобто швидкість представлення слів впливає на обсяг їх відтворення.

### ***Контрольні питання:***

1. Для чого застосовується однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок?
2. Які обмеження однофакторного дисперсійного аналізу для незв'язаних вибірок?
3. Функції якої категорії в Excel використовуються для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для незв'язаних вибірок?
4. За якими формулами обчислюється однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок?
5. За яким критерієм перевіряються гіпотези для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для незв'язаних вибірок?
6. Яка техніка обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для незв'язаних вибірок?
7. Чи застосовується математична функція СУММ для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для незв'язаних вибірок?
8. Чи застосовується статистична функція СРЗНАЧ для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для незв'язаних вибірок?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 11

**Тема:** *Однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок*

**Мета:** Навчитися застосовувати однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок. Отримати практичні навички обчислення даного критерію в середовищі EXCEL.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О. Ю. Математическая статистика для психологов: учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р. С. Психология: учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б. А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А. А., Столин В. В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Додж М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

### ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ:

***Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок***

Дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок застосовується в тих випадках, коли досліджується вплив різних градацій фактора або різних умов на одну і ту ж вибірку випробовуваних.

***Обмеження однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок***

1. Дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок вимагає не менше трьох градацій фактора і не менше два випробовуваних, таких, що піддалися дії кожній з градацій фактора.

2. Потрібно дотримуватися правила рівності дисперсій в кожному елементі таблиці.

3. Результативна ознака має бути нормально розподілена в досліджуваній вибірці.

*Приклад.* Група з 5 випробовуваних була обстежена за допомогою трьох експериментальних завдань, направлених на вивчення інтелектуальної наполегливості. Кожному випробовуваному індивідуально представлялися послідовно три однакові анаграми: чотирьохбуквена, п'ятибуквена і шестибуквена. Чи можна вважати, що фактор довжини анаграми впливає на тривалість спроб її вирішення?

Сформулюємо гіпотези. Наборів гіпотез у даному випадку два.

Набір А

**H<sub>0(A)</sub>:** Відмінності в тривалості спроб вирішення анаграм різної довжини є не більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.

**H<sub>1(A)</sub>:** Відмінності в тривалості спроб вирішення анаграм різної довжини є більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.

Набір Б

**H<sub>0(Б)</sub>:** Індивідуальні відмінності між випробовуваними є не більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.

**H<sub>1(Б)</sub>:** Індивідуальні відмінності між випробовуваними є більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.

Значення тривалості спроб вирішення анаграм (у секундах) наведені в таблиці.

Код випробовуваного	Умова 1 чотирьохбуквена анаграма	Умова 2 п'ятибуквена анаграма	Умова 3 шестибуквена анаграма	Суми по випробовуваних
1	5	235	7	247
2	7	604	20	631
3	2	93	5	100
4	2	171	8	181
5	35	141	7	183
Суми по стовпцях	51	1244	47	1342

Послідовність операцій в однофакторному дисперсійному аналізі для зв'язаних вибірок наведена у наступній таблиці.



Операція	Розрахунок за експериментальними даними
1. Підрахувати SSфакт	$SS_{\text{факт}} = \frac{1}{n} \cdot (51^2 + 1244^2 + 47^2) - \frac{1}{n \cdot c} \cdot 1342^2 =$ $= \frac{1}{5} \cdot 1552346 - \frac{1}{15} \cdot 1800964 = 190405$
2. Підрахувати SSисп	$SS_{\text{исп}} = \frac{1}{c} \cdot (247^2 + 631^2 + 100^2 + 181^2 + 183^2) - \frac{1}{n \cdot c} \cdot 1342^2 =$ $= \frac{1}{5} \cdot 535420 - \frac{1}{15} \cdot 1800964 = 58409$
3. Підрахувати SSобщ	$SS_{\text{общ}} = 5^2 + 7^2 + 2^2 + 2^2 + 35^2 + 235^2 + 604^2 +$ $+ 93^2 + 171^2 + 141^2 + 7^2 + 20^2 + 5^2 + 8^2 + 7^2 - (1/(5 \cdot 3)) \cdot 1800964 =$ $= 479706 - 120064,26 = 359642$
4. Підрахувати випадкову величину SSсл	$SS_{\text{сл}} = 359642 - 190495 - 58409 = 110828$
5. Визначити число ступеней свободи	$f_{\text{факт}} = c - 1 = 3 - 1 = 2$ $f_{\text{исп}} = n - 1 = 5 - 1 = 4$ $f_{\text{общ}} = c \cdot n - 1 = 3 \cdot 5 - 1 = 14$ $f_{\text{сл}} = f_{\text{общ}} - f_{\text{факт}} - f_{\text{исп}} = 14 - 2 - 4 = 8$
6. Розділити кожну SS на відповідне число ступенів свободи	$M_{\text{факт}} = SS_{\text{факт}} / f_{\text{факт}} = 190405 / 2 = 95202,5$ $M_{\text{исп}} = SS_{\text{исп}} / f_{\text{исп}} = 58409 / 4 = 14602,2$ $M_{\text{сл}} = SS_{\text{сл}} / f_{\text{сл}} = 110828 / 8 = 13853,4$
7. Підрахувати значення F і визначити для число ступенів свободи за чисельником f1 і знаменником f2	$F_{\text{факт}}(2,8) = M_{\text{факт}} / M_{\text{сл}} = 95202,5 / 13853,4 = 6,872$ за f1 = fфакт = 2 і f2 = fсл = 8 $F_{\text{исп}}(4,8) = M_{\text{исп}} / M_{\text{сл}} = 14602,2 / 13853,4 = 1,054$ за f1 = fисп = 4 і f2 = fсл = 8
8. Визначити критичні значення F	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Для f1 = 2 і f2 = 8</p> <math display="block">F_{\text{кр}}(2,8) = \begin{cases} 4,46 (\alpha \leq 0,05) \\ 8,65 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}</math> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Для f1 = 4 і f2 = 8</p> <math display="block">F_{\text{кр}}(4,8) = \begin{cases} 3,84 (\alpha \leq 0,05) \\ 7,01 (\alpha \leq 0,01) \end{cases}</math> </div> </div>
9. Зіставити емпіричні значення F з критичними	<p>За Fфакт &gt; Fкр Н0(A) відхиляється</p> <p>За Fисп &lt; Fкр Н0(B) приймається</p>

У таблиці прийняті наступні позначення:

n – кількість випробовуваних;

c – кількість значень у кожного випробовуваного (тобто кількість умов);

SSфакт – варіативність ознаки, зумовлена дією досліджуваного фактора;

$SS_{\text{ОБЩ}}$  – загальна варіативність ознаки;

$MS$  – "середній квадрат" відповідних варіативностей;

$f$  – число ступеней свободи.

*Висновки:*  $H_{0(A)}$  відхиляється. Відмінності в об'ємі відтворення слів в різних умовах є більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.

$H_{0(B)}$  приймається. Індивідуальні відмінності між випробовуваними є не більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.

### ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

**1) Розв'язати приклад** використовуючи однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок. Група з 5 випробовуваних була обстежена за допомогою трьох експериментальних завдань, направлених на вивчення інтелектуальної наполегливості. Кожному випробовуваному індивідуально представлялися послідовно три однакові анаграми: чотирьохбуквена, п'ятибуквена і шестибуквена. Чи можна вважати, що фактор довжини анаграми впливає на тривалість спроб її вирішення?

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	<b>Застосування однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок</b>										
2											
3											
4	Група з 5 випробовуваних була обстежена за допомогою трьох										
5	експериментальних завдань, направлених на вивчення інтелек-										
6	туальної наполегливості. Кожному випробовуваному індивідуально										
7	представлялися послідовно три однакові анаграми:										
8	чотирьохбуквена, п'ятибуквена і шестибуквена. Чи можна										
9	вважати, що фактор довжини анаграми впливає на тривалість										
10	спроб її вирішення?										
11											
12	№ випро-	Умова 1	Умова 2	Умова 3	Суми по		РОЗРАХУНКИ				
13	бовуваного	4-х букв.	4-х букв.	4-х букв.	випробову						
14		анаграма	анаграма	анаграма	них						
15		A	B	C	D		A <sup>2</sup>	B <sup>2</sup>	C <sup>2</sup>	D <sup>2</sup>	
16											

17	1	5	235	7	247		25	55225	49	61009
18	2	7	604	20	631		49	364816	400	398161
19	3	2	93	5	100		4	8649	25	10000
20	4	2	171	8	181		4	29241	64	32761
21	5	35	141	7	183		1225	19881	49	33489
22										
23	Суми за	51	1244	47	1342		1307	477812	587	535420
24	стовпцями									
25										
26	Загальна сума квад-				Загальна сума квад-					
27	ратів сум за умовами =		1552346		ратів за умовами =	479706				
28										
29	РОЗРАХУНКИ									
30										
31	Кількість випробовуваних =		5							
32	Число умов =		3							
33										
34	SSфакт =	190405	Vфакт =	2	MSфакт =	95202,5				
35	SSисп =	58409	Vисп =	4	MSисп =	14602,3				
36	SSобщ =	359642	Vобщ =	14	Mсл =	13853,5				
37	SSсл =	110828	Vсл =	8						
38										
39	Fфакт(2,8)=		6,872							
40	Fисп(4,8)=		1,054							
41										
42	Якщо Fэмп більше або рівне Fкр? Но відхиляється									
43										
44		/ 4,46	(0,05)			/ 3,84	(0,05)			
45	Fкр(2,8) =				Fкр(4,8) =					
46		\ 8,65	(0,01)			\ 7,01	(0,01)			
47										

У процесі цього у відповідні комірки записуються наступні формули:

$$\begin{array}{l} \langle (B23) \rangle \rightarrow = \text{СУММ}(B17:B21) \\ \dots\dots\dots \\ \langle (E23) \rangle \rightarrow = \text{СУММ}(E17:E21) \end{array} \qquad \begin{array}{l} \langle (E17) \rangle \rightarrow = \text{СУММ}(B17:D17) \\ \dots\dots\dots \\ \langle (E21) \rangle \rightarrow = \text{СУММ}(B21:D21) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \langle (G17) \rangle \rightarrow = B17^2 \\ \dots\dots\dots \\ \langle (G21) \rangle \rightarrow = B21^2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \langle (H17) \rangle \rightarrow = C17^2 \\ \dots\dots\dots \\ \langle (H21) \rangle \rightarrow = C21^2 \end{array} \qquad \begin{array}{l} \langle (I17) \rangle \rightarrow = D17^2 \\ \dots\dots\dots \\ \langle (I21) \rangle \rightarrow = D21^2 \end{array}$$

$$\left\langle \begin{array}{l} (J17) \rightarrow E17^2 \\ \dots\dots\dots \\ (J21) \rightarrow E21^2 \end{array} \right\rangle$$

$$\left\langle \begin{array}{l} (G23) \rightarrow \text{СУММ}(G17:G21) \\ \dots\dots\dots \\ (J23) \rightarrow \text{СУММ}(J17:J21) \end{array} \right\rangle$$

$$(D27) \rightarrow B23^2 + C23^2 + D23^2$$

$$(G27) \rightarrow \text{СУММ}(G23:I23)$$

$$(B34) \rightarrow D27/D31 - E23^2/(D31*D32)$$

$$(B35) \rightarrow J23/D32 - E23^2/(D31*D32)$$

$$(B36) \rightarrow G27 - E23^2/(D31*D32)$$

$$(B37) \rightarrow B36 - B35 - B34$$

$$(D34) \rightarrow D32 - 1$$

$$(D35) \rightarrow D31 - 1$$

$$(D36) \rightarrow D31*D32 - 1$$

$$(D37) \rightarrow D36 - D34 - D35$$

$$(F34) \rightarrow B34/D34$$

$$(F35) \rightarrow B35/D35$$

$$(F36) \rightarrow B37/D37$$

$$(C39) \rightarrow F34/F36$$

$$(C40) \rightarrow F35/F36$$

**Коментар до завдання.** З порівняння  $F_{\text{факт}}(2,8)$  з  $F_{\text{кр}}(2,8)$  і  $F_{\text{исп}}(4,8)$  з  $F_{\text{кр}}(4,8)$  видно, що  $F_{\text{факт}}(2,8) > F_{\text{кр}}(2,8)$  на рівні значущості ( $\alpha \leq 0,05$ ) і  $F_{\text{исп}}(4,8) < F_{\text{кр}}(4,8)$ . Це означає, що  $H_{0(A)}$  відхиляється. Відмінності в об'ємі відтворення слів у різних умовах є більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.  $H_{0(B)}$  приймається: індивідуальні відмінності між випробовуваними є не більш вираженими, ніж відмінності, зумовлені випадковими причинами.

**Контрольні питання:**

1. Для чого застосовується однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок?
2. Які обмеження однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок?
3. Функції якої категорії в Excel використовуються для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок?
4. За якими формулами обчислюється однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок?
5. За яким критерієм перевіряються гіпотези для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок?

6. Яка послідовність операцій для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок?

7. Яка техніка обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок?

8. Чи застосовується математична функція СУММ для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок?

9. Чи застосовується статистична функція СРЗНАЧ для обчислення однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 12-14 (6 год)

### Тема:

**Мета:** Навчити майбутнього психолога створювати діаграми аналізу психологічних досліджень різних типів у програмі Excel.

**Обладнання та методичне забезпечення:** Комп'ютери, програмне забезпечення, роздатковий дидактичний матеріал.

**Література:** 1. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.

2. Психологическая диагностика: Учебное пособие / Под ред. К.М. Гуревича, Е.М. Борисовой. 2-е изд., испр. – М. : Изд-во УРАО, 2000 – 304 с.

3. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов: Учебник. – М. : Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2002. – 336 с. – (Библиотека психолога).

4. Немов Р.С. Психология: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений: В 3 кн. – 4-е изд. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – Кн. 3: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. – 640 с.

5. Сосновский Б.А. Лабораторный практикум по общей психологии. Учебно-методическое пособие для студентов-заочников педагогических институтов. Под редакцией В.М. Гамезо. – М. : Просвещение, 1979. – 156 с.

6. Бодалев А.А., Столин В.В. Общая психодиагностика. – СПб., 2002.

7. Додж М., Кината К., Стинсон К. Эффективная работа с Microsoft Excel 97. – СПб. : Питер, 1998. – 1072 с.

## ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

### *Діаграма програми Excel. Базові відомості*

*Діаграма програми Excel* – це графічне представлення даних, які розміщені на робочому аркуші. Діаграма складається із елементів. У процесі переміщення покажчика миші по діаграмі біля нього з'являється спливаюча підказка, що вказує на тип елемента, поруч із яким знаходиться покажчик миші, або відтворюється ряд даних і значення точки даних. Кожний із елементів діаграми можна виділяти і змінювати окремо.

**Вісь (Axis)** – лінія, яка має шкалу для нанесення значень і часто задає межу діаграми.

**Поділки (Tick mark)** – поділки шкали вздовж осі.

**Точка даних (Date Point)** – це один елемент даних у середині кожного з рядів. Точка даних відтворюється на діаграмі як одна точка на лінії або один стовпчик ряду.

**Ряд даних (Data Series)** – це сукупність точок даних, залежних, як правило, від часу. Під час нанесення на діаграму даних одного ряду відтворюються маркерами одного кольору і візерунка, а на графіках з'єднуються єдиною лінією.

**Легенда (Legend)** – умовне позначення для розпізнання рядів даних: значок, візерунок або колір. Мітка легенди має ту ж назву, що і відповідний ряд даних.

### **Способи створення діаграм**

Програма Excel дозволяє створювати високоякісні, інформативні діаграми. Будь-яку діаграму можна зробити більш наочною, додавши до неї пояснювальний текст, стрілки, заголовки, легенду, змінивши затінення, візерунки, обрамлення, тощо. Використовуючи засоби створення і форматування діаграм у програмі Excel можна одержати діаграму, якість якої буде конкурувати з якістю діаграм, побудованих за допомогою спеціалізованих програм.

Діаграми програми Excel можуть бути двох видів: *впроваджені на робочий аркуш* і *створені на власному аркуші*. Обидва види діаграм зв'язуються з даними робочого аркуша, що забезпечує їх автоматичне перебудування під час зміни відповідних значень даних робочого аркуша, взятих для побудови діаграм. Вони легко створюються за допомогою **Майстра діаграм**. Він керує процесом створення діаграми крок за кроком, дає можливість перед завершенням процесу переглянути її та внести необхідні зміни.

*Впроваджені діаграми* створюються безпосередньо на робочому аркуші поруч із таблицями, даними і текстом. Такі діаграми відтворюються і роздруковуються разом із робочим аркушем, до них можна приєднати таблицю даних. Впроваджені діаграми дуже зручні для використання у звітах і презентаціях, оскільки дозволяють демонструвати діаграми поруч із даними, по яких вони були створені.

Найшвидший спосіб побудови *діаграми на власному аркуші* – виділити таблицю та натиснути на **<F11>** (можна використати сполучення клавіш **<Alt>+<F1>**). Даний спосіб іноді називають *автоматичним* створенням діаграм. У цьому випадку програма Excel створить діаграму, використовуючи тип діаграми, що заданий за умовчанням, – це плоска гістограма. Але, перш ніж скористатися даним способом створення діаграм необхідно чітко усвідомити основні правила, що визначають, які дані розміщуються по горизонтальній осі категорій (**X**), а які – по вертикальній осі значень (**Y**), і де розташовані назви.

Якщо необхідно побудувати діаграму за даними, що знаходиться в несуміжних рядках або стовпцях, то в процесі виділення даних за допомогою миші потрібно утримувати натиснутою клавішу **<Ctrl>** або за кожного додаткового виділення натискати комбінацію клавіш **<Shift>+<F8>**. Першим треба виділити ряд із мітками для осі категорій, а потім виділяти ряди даних у тому порядку, в якому вони повинні бути подані на діаграмі.

Після створення діаграми її можна змінити і відформатувати засобами програми Excel. Створення діаграм на власному аркуші дозволяє працювати з діаграмою окремо від даних. Аркуші з діаграмами розміщуються в активній робочій книзі, зберігаються разом з нею й іменуються як **Діаграма1**, **Діаграма2**, **Діаграма3** і т.д. Вони можуть бути перейменовані за допомогою команд **Формат⇒Аркуш⇒Перейменувати** або за допомогою миші. Крім того, програма Excel дозволяє приєднати до діаграми, створеної на власному аркуші, таблицю даних. Вона зв'язується з даними робочого аркуша, що забезпечує зміну значень у таблиці в процесі зміни відповідних значень даних робочого аркуша, взятих для побудови діаграми.



## Використання Майстра діаграм для створення діаграми


Найбільш простим і швидким способом створення діаграм є використання **Майстра діаграм** (далі просто **Майстра**). **Майстер** керує процесом створення діаграми і дозволяє переглядати її на кожному кроці.

**Майстер** відтворює послідовність діалогових вікон, які слугують помічником у підборі параметрів у процесі створення діаграм. Ці діалогові вікна містять кнопки, що дозволяють переходити від одного діалогового вікна до іншого, або пропускати діалогові вікна для автоматичного завершення побудови діаграми. Щоб створити діаграму за допомогою **Майстра**, потрібно:

1. Виділити дані, по яких буде створюватися діаграма. Для прикладу побудуємо гістограму прибутків фірми Модем за три роки (див. рис. 1).

B15		fx			
	A	B	C	D	E
1		<b>Прибуток фірми Модем</b>			
2	<b>Місяці</b>	<b>1999 р.</b>	<b>2000 р.</b>	<b>2001 р.</b>	<b>Прибуток за три роки</b>
3	січень	12 090 грн.	28 005 грн.	26 765 грн.	66 860 грн.
4	лютий	11 070 грн.	22 547 грн.	28 766 грн.	62 383 грн.
5	березень	16 200 грн.	21 665 грн.	31 666 грн.	69 531 грн.
6	квітень	12 068 грн.	19 007 грн.	30 665 грн.	61 740 грн.
7	травень	9 800 грн.	18 666 грн.	35 887 грн.	64 353 грн.
8	червень	11 299 грн.	27 754 грн.	31 654 грн.	70 707 грн.
9	липень	12 773 грн.	24 654 грн.	29 765 грн.	67 192 грн.
10	серпень	10 990 грн.	21 554 грн.	30 543 грн.	63 087 грн.
11	вересень	10 858 грн.	19 776 грн.	33 276 грн.	63 910 грн.
12	жовтень	13 442 грн.	21 776 грн.	34 654 грн.	69 872 грн.
13	листопад	12 543 грн.	21 476 грн.	35 446 грн.	69 465 грн.
14	грудень	17 855 грн.	20 654 грн.	36 987 грн.	75 496 грн.
15	<b>Разом</b>	<b>150 988 грн.</b>	<b>267 534 грн.</b>	<b>386 074 грн.</b>	<b>804 596 грн.</b>

Рис. 1. Виділення даних, за якими буде створюватися діаграма

2. Виконати команду **Вставка**⇒ **Діаграма** або натиснути кнопку  **Майстер діаграм**, яка розташована на панелі інструментів **Стандартна**. З'явиться перше діалогове вікно **Майстра** – **Крок 2** (див. рис. 2).

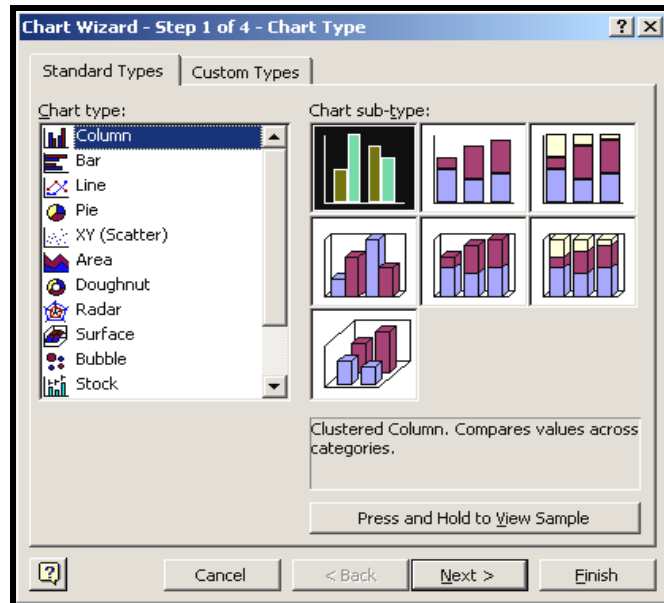


Рис. 2. Перше діалогове вікно **Майстра**

3. У другому діалоговому вікні **Майстра** можна вибрати один із багатьох стандартних або нестандартних типів діаграм програми Excel. У списку **Тип діаграми** вкладки **Стандартні типи** або вкладки **Нестандартні типи** вибрати спочатку потрібний тип діаграми, а потім необхідний вигляд діаграми в області **Вид**. Виберемо тип стандартної діаграми – гістограма. Натиснемо кнопку **Далі**. З'явиться друге діалогове вікно **Майстра** – **Крок 2** (див. рис. 3).

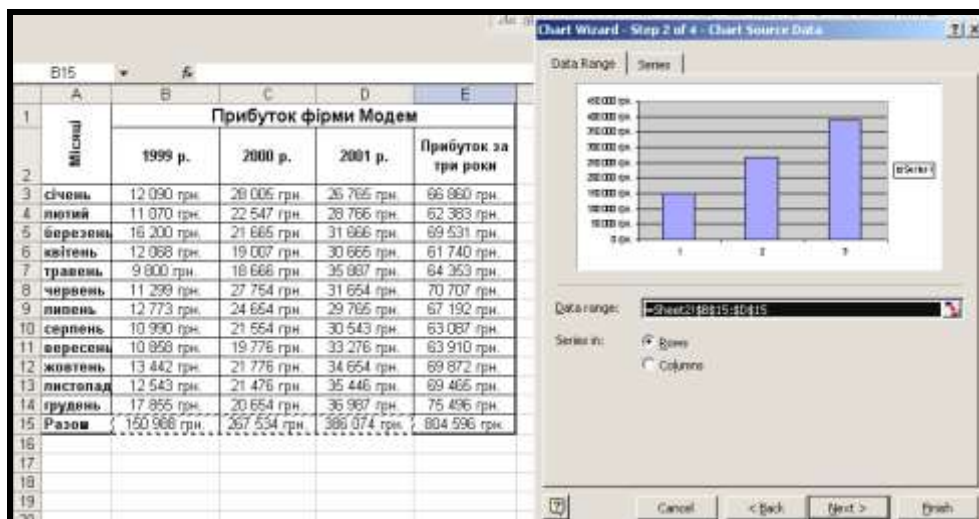


Рис. 3

4. Перед викликом **Майстра** можна виділити діапазон даних для побудови діаграми. У нашому випадку – це B15:D15. Друге діалогове вікно дозволяє відкоригувати невірно виділені дані або виділити дані для побудови діаграми, якщо вони не були виділені до виклику **Майстра**. Вибрати посилання на діапазон комірок у полі введення **Діапазон даних** і внести необхідні

виправлення. Щоб указати діапазон комірок із даними для побудови діаграми за допомогою миші, потрібно згорнути діалогове вікно **Майстра**, натиснувши на кнопку згортання вікна поруч із полем введення **Діапазон даних**. За допомогою миші виділити на робочому аркуші потрібний діапазон даних, а потім натиснути кнопку розгортання вікна для повторного відтворення діалогового вікна **Майстра**. Посилання на несуміжні діапазони відокремлюються знаками роздільника списків у полі введення.

У другому діалоговому вікні **Майстра** можна також додавати до діаграми ряди даних, уводячи посилання на них у поле введення **Діапазон даних**. Для цього потрібно згорнути друге діалогове вікно **Майстра**, натиснувши на кнопку згортання вікна. Для введення суміжних рядів даних треба натиснути лівою кнопкою миші по останній комірці діапазону даних, що додається, утримуючи в процесі цього натиснутою клавішу **<Shift>**. Для виділення несуміжних рядів даних потрібно у процесі перетягування покажчика миші по всіх комірках даних утримувати натиснутою клавішу **<Ctrl>**.

Друге діалогове вікно **Майстра** дозволяє забезпечити правильність представлення даних на діаграмі. У більшості випадків програма Excel правильно розпізнає, які комірки містять дані для горизонтальної осі категорій (**X**), які – для вертикальної осі значень (**Y**), а які комірки містять назви для міток легенди. Якщо мітки осі категорій (**X**) з'являються в легенді та навпаки, виберіть інший перемикач **Ряди даних знаходяться**.

Якщо відкрити у другому діалоговому вікні **Майстра** вкладку **Ряди даних** (див. рис. 4), то можна також змінити параметри кожного ряду даних. Тут можна додати або вилучити ряди даних, а також змінити діапазон комірок, що містять підписи осі категорій (**X**). Для додавання рядів даних натиснути кнопку **Додати**, потім зробити активним поле введення **Ім'я** і вибрати на робочому аркуші комірку, що містить ім'я нового ряду даних. Потім зробити активним поле введення **Значення** і виділити комірки, що містять значення для нового ряду даних. Для вилучення рядів даних необхідно виділити у списку **Ряди** ряд, що підлягає вилученню, і натиснути кнопку **Перемістити**. У нашому випадку створимо один ряд із ім'ям **Прибуток** та по осі **X** розмістим роки.

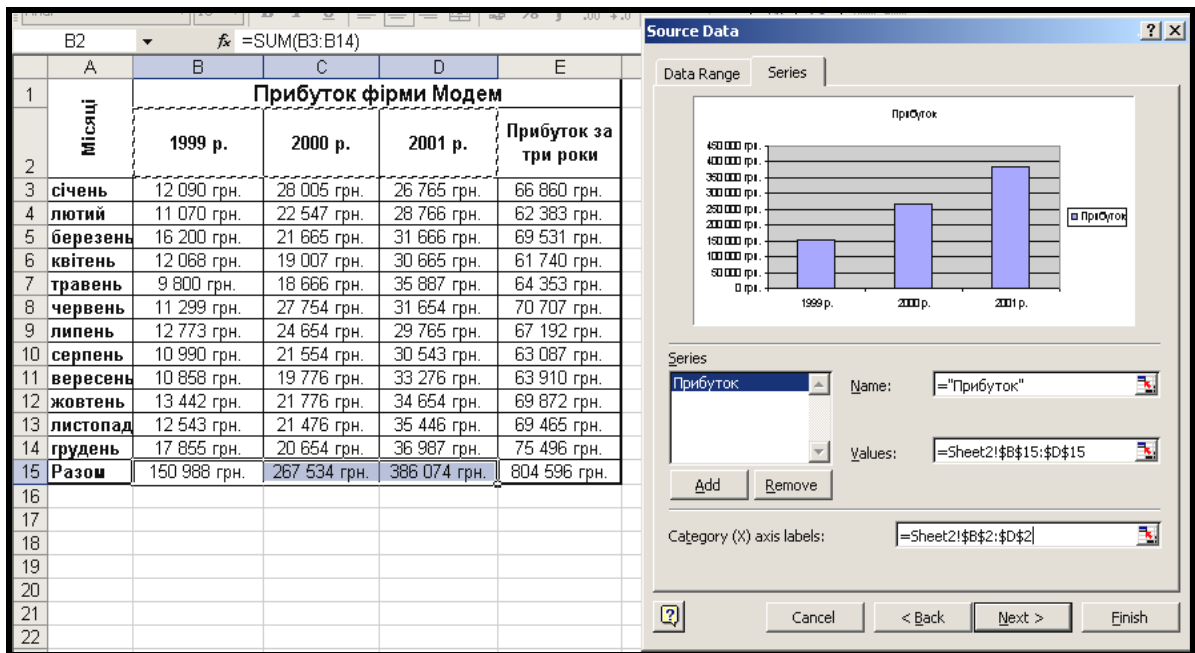


Рис. 4. Вкладка **Ряди даних** діалогового вікна **Майстра**

Якщо зразок діаграми як мітки осі категорій (**X**) використовує числа, зробіть активним поле введення **Підписи осі X** і виділіть комірку або діапазон, що містять мітки для осі категорій.

Після визначення потрібного діапазону даних натисніть кнопку **Далі**. З'явиться третє діалогове вікно **Майстра** – **Крок 3** (див. рис. 5).

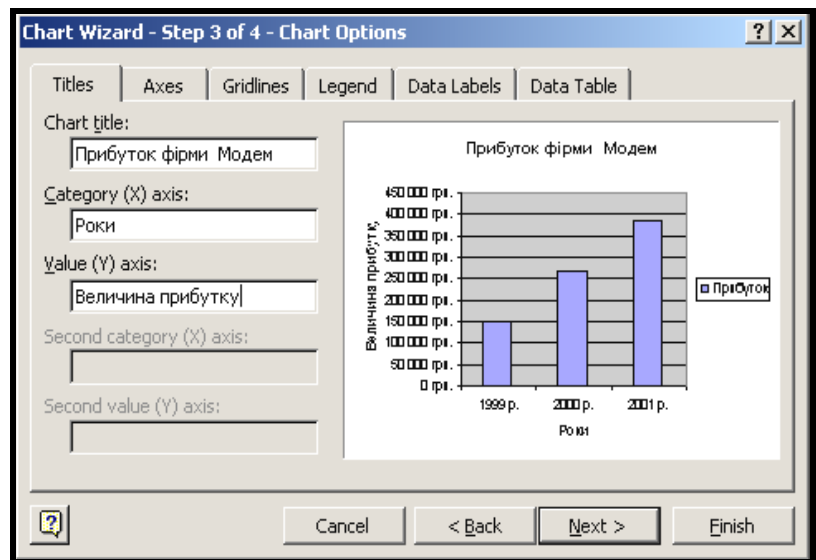


Рис. 5. Вкладка **Заголовки** третього діалогового вікна **Майстра**

5. Третє діалогове вікно **Майстра** дозволяє змінювати і додавати деякі параметри діаграми. У ньому можна додати назви діаграми й осей, змінити або видалити вісь категорій та вісь значень, додати або видалити лінії сітки. Можна також додати або видалити легенду або змінити її розташування (вкладка

**Легенда**). Третє діалогове вікно **Майстра** надає можливість зв'язати мітки даних із точками даних і додати до діаграми таблицю даних, яка використовується для її побудови. Після зміни параметрів діаграми натиснути кнопку **Далі**. З'явиться четверте діалогове вікно **Майстра – Крок 4** (див. рис. 6).

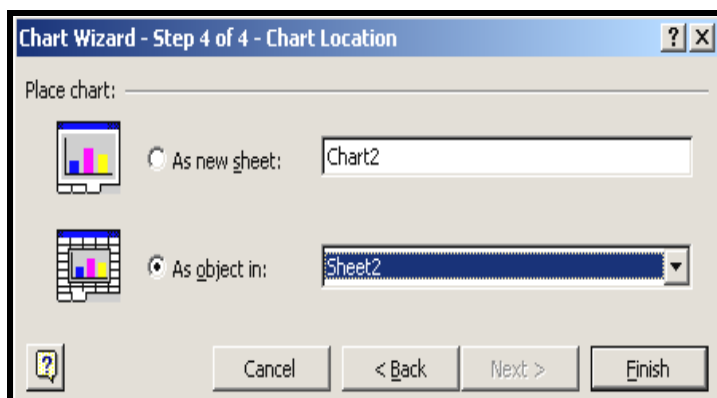


Рис. 6. Четверте діалогове вікно **Майстра**

6. Останнє діалогове вікно **Майстра** надає можливість вибрати місце розміщення діаграми. Якщо потрібно створити впроваджену діаграму на робочий аркуш, то треба вибрати перемикач **Впроваджений об'єкт**. За умовчанням програма Excel створює впроваджену діаграму, що містить дані, по яких будується діаграма. Для впровадження діаграми на інший аркуш необхідно виділити потрібний аркуш у списку праворуч від перемикача **Впроваджений об'єкт**.

Для розміщення діаграми на окремому аркуші виберіть перемикач **На новому аркуші**. У поле введення праворуч від цього перемикача можна ввести назву нового аркуша. За умовчанням новий аркуш буде мати назву **Діаграма1**, **Діаграма2**, **Діаграма3** і т.д.

Впроваджена діаграма є частиною робочого аркуша, зберігається і відкривається разом із ним. Діаграму можна переміщати або змінювати її розміри. Щоб перемістити діаграму, необхідно виділити покажчиком миші. Навколо діаграми з'явиться рамка з чорними маркерами. Встановіть покажчик миші всередині рамки і перетягніть діаграму на нове місце. Щоб змінити розмір або пропорції діаграми, необхідно помістити покажчик миші над маркером рамки так, щоб він перетворився на двосторонню стрілку, і перетягнути його на відстань достатню для досягнення необхідного розміру рамки.

Щоб вилучити впроваджену діаграму, треба виділити її та натиснути клавішу **<Delete>** або виконати команди **Редагувати**⇒ **Очистити**⇒ **Всі**.

Діаграму можна роздрукувати окремо від даних, по яких вона побудована і зберігати разом з іншими аркушами робочої книги.

Діаграму, яка побудована на власному аркуші діаграм, можна впровадити на робочий аркуш. Для цього потрібно:

1. Виділити аркуш діаграм, а потім виділити саму діаграму, перемістивши на неї покажчик миші, і натиснути ліву кнопку миші. Вздовж зовнішньої рамки діаграми з'являться чорні маркери.

2. Виконати команду **Редагувати** ⇒ **Копіювати**.

3. Виділити робочий аркуш, на який потрібно впровадити діаграму, і виділити комірку, що буде лівим верхнім кутом діаграми.

4. Виконати команду **Редагувати** ⇒ **Вставити**.

Діаграма буде впроваджена на робочий аркуш.

Однак, завершення роботи із **Майстром** – це насправді не кінець, а тільки початок великої роботи по створенню діаграми. Тепер можна змінювати тип діаграми, розміри та параметри, переміщати, форматовувати та зберігати її на тому чи іншому аркуші робочої книги.

### ***Відкриття і збереження діаграм***

Щоб відкрити або активізувати діаграму, яка впроваджена на робочий аркуш, потрібно перемістити на неї покажчик миші і натиснути ліву клавішу миші. Ознакою активізації діаграми є відтворення в меню команд пункту **Діаграма**, в якому знаходиться ряд команд, що відкривають діалогові вікна всіх кроків **Майстра** по створенню діаграми (див. рис. 7). Вони допомагають проводити зміни параметрів діаграми. А повернутися на робочий аркуш після завершення всіх змін можна, перемістивши покажчик миші на аркуш робочої книги поза діаграмою і натиснувши ліву кнопку миші.

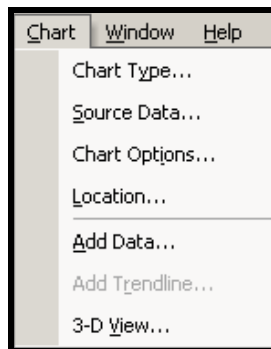


Рис. 7. Команди пункту меню **Діаграма**

Впроваджену діаграму можна також відтворити в окремому вікні. Для цього потрібно виділити діаграму, потім виконати команду **Вид ⇒ Вікно діаграми**. Впроваджена діаграма відтвориться в окремому вікні, розміри якого відповідають розмірам діаграми на робочому аркуші. Це вікно можна переміщати в будь-яке місце робочого аркуша, не змінюючи в процесі цього розташування впровадженої діаграми. Для того щоб закрити вікно після внесення необхідних змін у діаграмі, треба перемістити покажчик миші на область поза вікном діаграми і натиснути ліву кнопку. Діаграма, що створена на власному аркуші діаграм, під час першого відтворення не заповнює повністю усе вікно. Щоб повністю заповнити вікно робочої книги діаграмою необхідно виконати команду **Вигляд ⇒ По розміру вікна**.

### *Зв'язок діаграми з робочим аркушем*

Усі діаграми залежать від даних на робочому аркуші, по яких вони були створені. Можна не піклуватися про збереження цих зв'язків, якщо діаграма впроваджена на робочий аркуш, або якщо діаграма на власному аркуші, зв'язана з даними на робочому аркуші з тієї ж робочої книги. Якщо ж діаграма зв'язана з даними з іншої робочої книги, то ці зв'язки у процесі роботи можуть порушитися.

Щоб зв'язати діаграму з будь-яким робочим аркушем, необхідно:

- 1) Відкрити аркуш, де знаходиться діаграма, і виділити її.
- 2) Для встановлення зв'язку з іншим робочим аркушем відкрити робочу книгу, в якій знаходиться даний аркуш, та активізувати його.
- 3) Виконати команду **Редагувати ⇒ Зв'язки**. Відкриється діалогове вікно.

4) У списку **Вихідний файл** виділити робочу книгу, зв'язок з якою потрібно змінити.

5) Натиснути кнопку **Змінити**.

6) Вибрати в діалоговому вікні, що відкриється, ім'я файла, з яким потрібно встановити або поновити зв'язок. У процесі цього використовуються ті ж прийоми зміни папок та дисків, як і у діалогових вікнах **Відкрити** і **Зберегти**.

7) Натиснути кнопку **ОК**. Зберегти робочу книгу.

### *Типи діаграм*

Правильний вибір типу діаграми дозволить найкраще подати дані у графічному вигляді. Програма Excel дозволяє вибрати один із 14-ти основних і 20-ти додаткових типів діаграм. У середині кожного з основних типів можна вибрати конкретний **підтип**.

Тип діаграми може бути застосований не тільки до всієї діаграми, але і до окремого на ній ряду даних або до декількох рядів. Комбінування різних типів діаграм дозволяє розділити дані різного типу або виділити будь-який ряд даних, наприклад, можна скомбінувати графік з гістограмою.

Найбільш просто змінити тип усієї діаграми або тільки одного ряду даних за допомогою команди **Діаграма** ⇒ **Тип діаграми**. У полі вибору діалогового вікна **Тип діаграми**, що з'явиться, можна вибрати не тільки тип, але і підтип обраного типу діаграми. В процесі чого для кожного типу діаграми є підтип, що встановлений за умовчанням і пропонується користувачеві в процесі відкриття вікна. Щоб побачити, який вигляд будуть мати дані під час вибору того або іншого підтипу діаграми, необхідно натиснути кнопку **Перегляд результату**.

Якщо попередньо виділити один або декілька рядів даних, а потім викликати діалогове вікно **Тип діаграми**, то у групі **Параметри** цього діалогового вікна буде встановлений прапорець **Застосувати**. Це означає, що обраний тип діаграми буде застосований тільки до виділених рядів. Якщо потрібно змінити тип усієї діаграми, скиньте даний прапорець.

### *Основні типи діаграм*



**Гістограма** (*Column*) або стовпчаста діаграма, як правило, використовуються для аналізу змін різних чинників із часом. У діаграмах даного типу як маркери використовуються вертикальні стовпці, що позначають величини конкретних чинників у визначений момент часу. Як маркери об'ємних гістограм використовуються паралелепіеди. Ці формати гістограм застосовуються для тих же типів даних, що і плоскі.

Перетягуючи точки даних на гістограмі в нове положення, можна змінити відповідні значення даних на робочих аркушах.

**Лінійчата діаграма** (*Bar*) аналогічна гістограмі, але повернута на бік, тобто вісь категорій є вертикальна вісь (**Y**), а вісь значень – горизонтальна вісь (**X**). Даний тип діаграм зручний під час зіставлення значень різних чинників у визначений момент часу, дозволяє підкреслити позитивні або негативні відхилення від деякої величини. Вона, як правило, не використовується для представлення змін будь-яких величин у часі.

**Графік** (*Line*) відтворює залежність даних (вісь **Y**) від величини, що змінюється з постійним кроком (вісь **X**). Якщо крок зміни величини не постійний, то для графічного відтворення даних варто використовувати точкову діаграму. Графіки досить зручні в процесі демонстрації тенденцій зміни будь-якого чинника у часі.

**Об'ємні графіки** або **стрічкові діаграми** використовуються для тих же типів даних, що і плоскі.

**Кругова діаграма** (*Pie*) показує на співвідношення частин, що в сумі складають 100%. Такі діаграми можна побудувати тільки по одному ряду даних. Даний тип діаграм дуже зручний, наприклад, у процесі відтворення внеску в загальну суму кожного джерела прибутку у відсотках. Найчастіше їх використовують під час проведення презентацій, коли потрібно одержати тільки загальне представлення про об'єкт, що був досліджений.

Сектори кругової діаграми можна висувати із загального кола, додавати до них числа відсоткового вкладу в загальну суму. Об'ємні кругові діаграми додають звітам та презентаціям велику наочність.

**Точкова діаграма** (*XY (Scatter)*) відтворює залежність даних (вісь **Y**) від величини, що міняється з довільним, як правило, непостійним кроком (вісь **X**). Такий тип діаграм дуже зручний для представлення наукових і технічних результатів.

**Діаграма з областями** (*Area*) на відміну від графіків дозволяє простежити безперервну зміну суми значень усіх рядів даних і внесок кожного ряду в дану суму.

**Кільцева діаграма** (*Doughnut*) – це діаграма, що використовує той же тип даних, що і кругова, наприклад, відсотковий вклад у загальну суму кожного джерела прибутку. Однак, на відміну від кругової діаграми, на ній можна представити два і більш ряди даних. Частини кільцевої діаграми можуть бути висунуті із загального кола, щоб дати більш точне представлення про їхнє відсоткове співвідношення.

**Пелюсткова діаграма** (*Radar*) діаграма досить важка для сприйняття й інтерпретації, тому використання її для рекламних презентацій не виправдано. Її, як правило, застосовують, щоб показати співвідношення окремих рядів даних. Для кожної категорії вводиться своя вісь координат (промінь), а точки даних розташовуються вздовж променя. З'єднавши точки одного ряду, можна одержати характеристику сукупності значень у цьому ряді.

**Об'ємна діаграма з поверхнями** (*3-D surface*) подібна топографічним картам. Діаграма з поверхнею подібна натягнутій на точки поверхні. Вона дуже зручна для представлення максимальних і мінімальних значень у наборі даних, що залежать від двох змінних величин. У даному типі діаграм однаковим кольором зафарбовані області, що належать одному інтервалові величин по вертикальній осі значень (**Z**). На діаграмі у вигляді дротового каркаса простіше порівнювати конкретні точки даних, що можуть бути невидимими на діаграмі з поверхнею. Кольорова контурна діаграма і контурна діаграма є проєкціями поверхні на площину. Об'ємну діаграму з поверхнею можна повертати і оцінювати з різних точок зору.

**Бульбашкова діаграма** (*Bubble*) діаграма дозволяє відтворити на площині дані із трьох значень. Перші два значення відтворюються по осі категорій (**X**) і по осі значень (**Y**), а третє значення розміром пухирця. Тому, для побудови таких діаграм використовуються дані, що складаються з трьох рядків або трьох стовпців.

**Біржова діаграма** (*Stock*) діаграма дуже вузько направлена і використовується, як правило, для відтворення зміни курсу акцій у часі. Під час введення даних для біржової діаграми необхідно розмістити дані в послідовності, що вказана внизу діалогового вікна **Тип діаграми**.

**Циліндричні, конічні та пірамідальні діаграми** (*Cylinder, Cone і Pyramid*) діаграми є об'ємними варіантами гістограм і лінійчатих діаграм. Однак, ці типи об'ємних діаграм, власне кажучи, не додають нової інформації до представлення даних на звичайних об'ємних гістограмах і лінійчатих діаграмах, зате додають звітowi або презентації більш ефектний вигляд.

### ***Додаткові типи діаграм***

Крім основних стандартних типів діаграм, програма Excel пропонує також великий вибір додаткових нестандартних типів діаграм, що можуть використовуватися для більш детального аналізу даних. Крім того, можна створювати, зберігати і використовувати свої власні підтипи діаграм.

Програма Excel пропонує 20 вбудованих нестандартних типів діаграм. Нестандартним є спосіб відтворення даних або форматування. Основою для цих типів діаграм слугують стандартні типи.

Щоб скористатись нестандартним типом діаграм, необхідно:

1. Відкрити діаграму, тип якої необхідно змінити,
2. Вибрати команду **Діаграма**⇒**Тип діаграми** і в діалоговому вікні **Тип діаграми**, що з'явиться, розкрити вкладку **Нестандартні типи**.
3. У групі **Вибрати** увімкнути перемикач **Вбудовані**, якщо він ще не обраний.
4. У списку **Тип діаграми** виділити потрібний нестандартний тип діаграми.
5. В області **Зразок** з'явиться приклад діаграми обраного типу, побудованої по виділених даних.
6. Натиснути кнопку **ОК**.

### ***Діаграми створені користувачем***

Щоб створити власний підтип діаграми, необхідно:

1. Активізувати діаграму, що буде використана як основа для підтипу діаграми, що створюється.

2. Вибрати команду **Діаграма**⇒**Тип діаграми** в діалоговому вікні **Тип діаграми**, що з'явиться, розкрити вкладку **Нестандартні**.

3. У групі **Вибрати** вибрати перемикач **Користувацькі**. В діалоговому вікні **Тип діаграми** відтвориться список додаткових типів діаграм.

4. Натиснути кнопку **Додати**. З'явиться діалогове вікно **Додати новий тип діаграми**

5. У поле введення **Ім'я** ввести назву типу діаграми, що створюється користувачем, а в поле введення **Опис** ввести його короткий опис.

6. Натиснути кнопку **ОК**.

Новий тип діаграм буде внесений у список додаткових типів діаграм діалогового вікна **Тип діаграми** і може бути застосований до будь-якої діаграми так само, як застосовуються вбудовані діаграми.

### ***Підбір параметрів для елементів діаграм***

Програма Excel надає безліч засобів для модифікації діаграм та встановлення для їх елементів різних параметрів форматування. Щоб поліпшити зовнішній вигляд діаграми, до неї можна додати заголовки, написи, легенду, лінії сітки, стрілки й інші графічні елементи, які допомагають кращому сприйняттю діаграми. Крім того, програма Excel дозволяє приєднувати до деяких типів діаграм таблицю даних, яка була використана в процесі побудови діаграми.

Додавати нові або змінювати параметри існуючих елементів діаграм можна за допомогою панелі інструментів **Діаграма** контекстного меню елементів діаграми та покажчика миші.

**Панель Діаграма.** Панель інструментів **Діаграма** встановлюється на екран автоматично під час виділення діаграми. Зліва на панелі розташований випадаючий список **Елемент діаграми**, що містить елементи діаграми, які можна виділяти і змінювати їх властивості. За допомогою списку дуже легко виділити елемент діаграми. Ви просто вибираєте необхідний елемент у списку, і він вже виділений. Після чого можна відразу натиснути кнопку, яка знаходиться справа від списку елементів (рис. 15). Під час цього відкриється діалогове вікно для підбору параметрів форматування того елемента, який був виділений. У процесі виділення, наприклад,

Області діаграми (див. рис. 8) відкриється діалогове вікно **Формат області діаграми**(див. рис. 9).

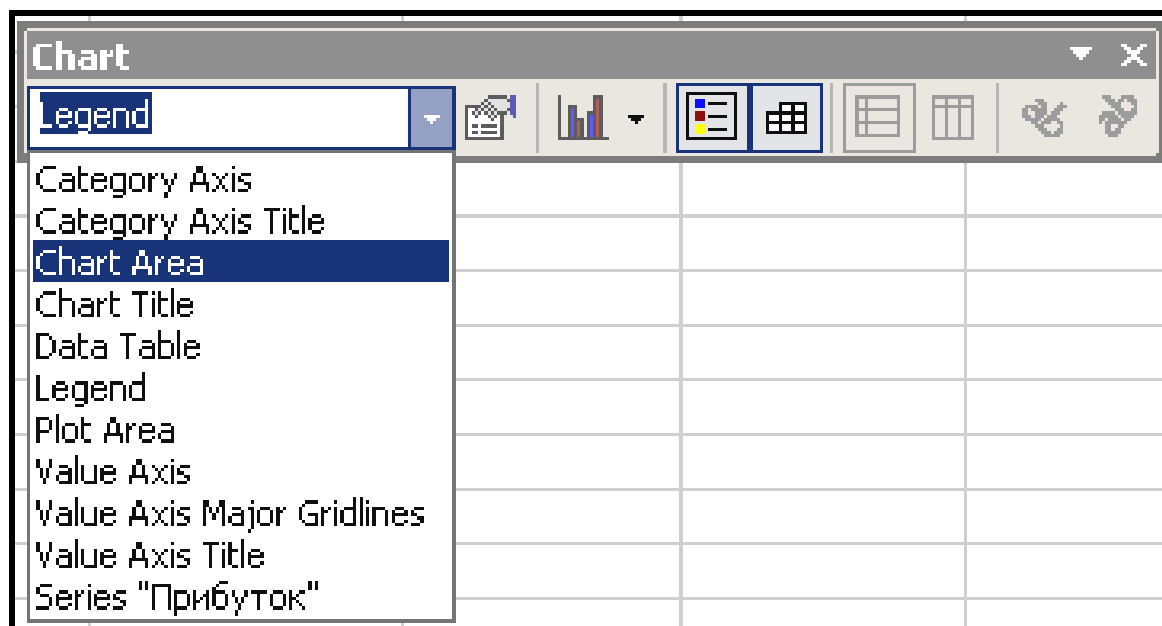


Рис. 8. Панель інструментів **Діаграма**

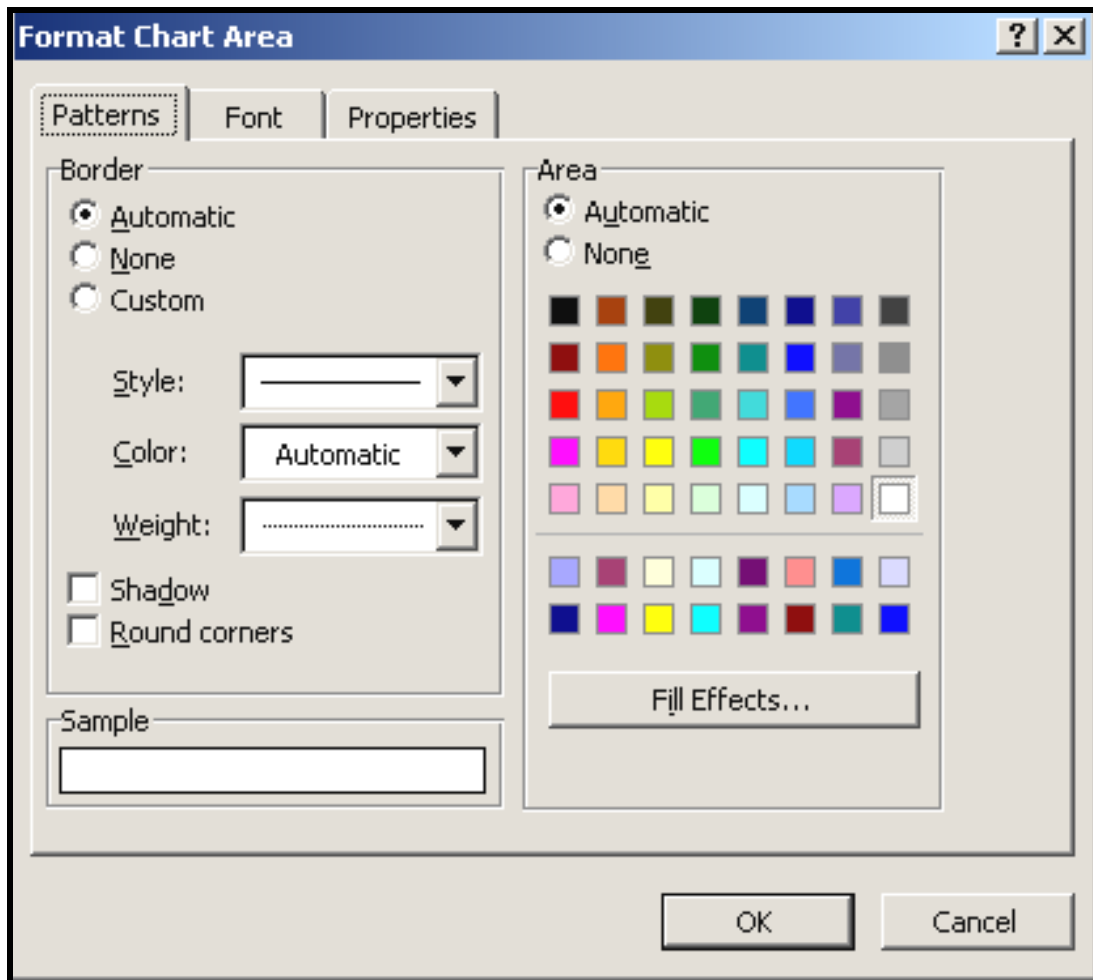


Рис. 9. Діалогове вікно **Формат області діаграми**

На вкладках вікна **Формат області діаграми** можна підібрати колір фону простору діаграми, стиль, колір та ширину ліній її обрису, розмір та стиль шрифту текстових та числових значень на діаграмі, тощо.

Кнопка із випадаючим списком  **Тип діаграм** (рис. 10) дублює перший крок **Майстера** і дозволяє змінювати тип діаграми.

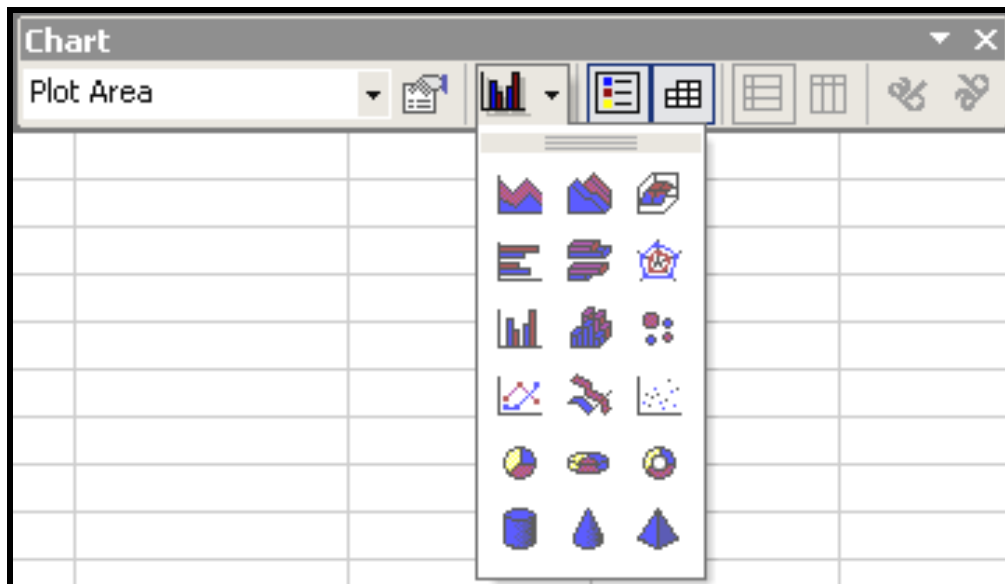






Рис. 10. Випадаючий список **Тип діаграм**

*Зауваження 1* Якщо ви перед зміною типу вносили в діаграму дизайнерську правку, потім вирішили змінити тип діаграми, а потім передумали і вирішили повернутися до попереднього типу, то всі ваші зміни і дизайнерські правки не збержуться.

Наступна кнопка  **Легенда** в натиснутому вигляді означає, що на вашій діаграмі є легенда, а якщо її відтиснути, то, звичайно, легенда зникне. Ця кнопка не надає можливість, як на третьому кроці **Майстра**, вибрати положення діаграми, тільки її відсутність або присутність.

Наступна кнопка  **Таблиця даних** відповідає за наявність або відсутність таблиці даних під діаграмою. Натиснута кнопка означає наявність, а відтиснута – відсутність таблиці даних під діаграмою.

Наступні дві подібних кнопки  активні не для всіх типів діаграм і ситуацій. Вони призначені для виконання того, що можна здійснити на другому кроці **Майстра** на вкладці **Діапазон даних**, тобто вибрати де будуть розміщені дані, які виділяються одним кольором – у рядках або стовпчиках. Якщо одна кнопка натискається, то інша автоматично відтискається.

Останні дві кнопки  на панелі надають можливість робити так, щоб підписи на діаграмі були під деяким кутом. Кут підібраний найрозповсюдженій – 45°.

### ***Використання контекстного меню для підбору параметрів елементів діаграми***

У кожного елемента діаграми є своє контекстне меню, що містить властиві тільки цьому елементові команди форматування. Щоб відкрити контекстне меню якогось елемента, досить встановити на нього покажчик миші та натиснути праву кнопку.

Деякі елементи діаграми не так просто виділити покажчиком миші, тому краще для цього скористатися списком **Елемент діаграми** на панелі інструментів **Діаграма**, а потім відкрити контекстне меню даного елемента. Наприклад, контекстне меню осі значень (див. рис. 11), містить тільки дві команди: **Формат осі**, що відкриває одноіменне діалогове вікно та **Очистити**, що вилучає із діаграми значення на осі.

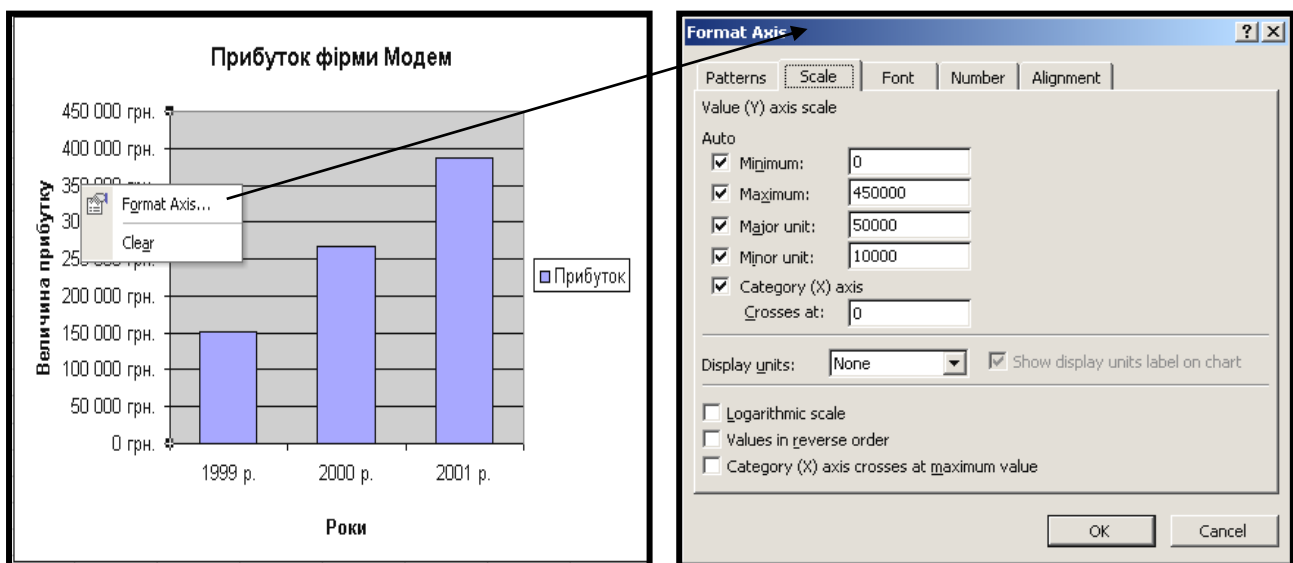


Рис. 11

### ***Використання покажчика миші для підбору параметрів елементів діаграми***

Найшвидший спосіб відкриття вікна **Формат...** для будь-якого елемента – встановити покажчик миші на елементі та двічі натиснути на ліву кнопку миші. Але, на деякі елементи діаграми, наприклад, вісь, не просто встановити



показчик миші. Тому їх спочатку можна виділити за допомогою випадуючого списку **Елемент діаграми** на панелі інструментів **Діаграма**.

Щоб *виділити елемент діаграми за допомогою миші*, потрібно перемістити на нього показчик миші і натиснути ліву кнопку. Для виділення однієї точки ряду даних зробити два одиночних натиснення: перший – для виділення всього ряду цілком, і другий – для виділення конкретної точки. Така ж процедура застосовується для елементів легенди і міток даних. Щоб виділити самі великі елементи діаграми – область побудови й область діаграми, необхідно вказати на вільний простір усередині прямокутника, утвореного осями діаграми, або на область за його межами і натиснути ліву кнопку миші.

У процесі переміщення показчика миші над елементом діаграми з'явиться підказка, що допомагає виділити потрібний елемент.

Ім'я виділеного елемента діаграми з'являється ліворуч у полі імені рядка формул і позначається маркерами зміни розмірів. Щоб відмовитися від будь-якого виділення, натисніть клавішу <Esc>.

Наприклад, якщо встановити показчик миші в область заголовка діаграми та двічі натиснути на ліву кнопку, то відкриється діалогове вікно **Формат заголовка діаграми** (рис. 12), у якому на трьох вкладках можна встановити різні параметри для даного елемента.

### *Додавання текстової інформації на діаграму*

Крім заголовків, на діаграму можна додавати інший текст, не зв'язаний з елементами діаграми. Його можна поміщати в будь-яке місце діаграми, переміщати, змінювати розміри та формувати.

Для того щоб додати на діаграму текстові фрагменти, необхідно:

1. Виділити нетекстовий елемент діаграми.

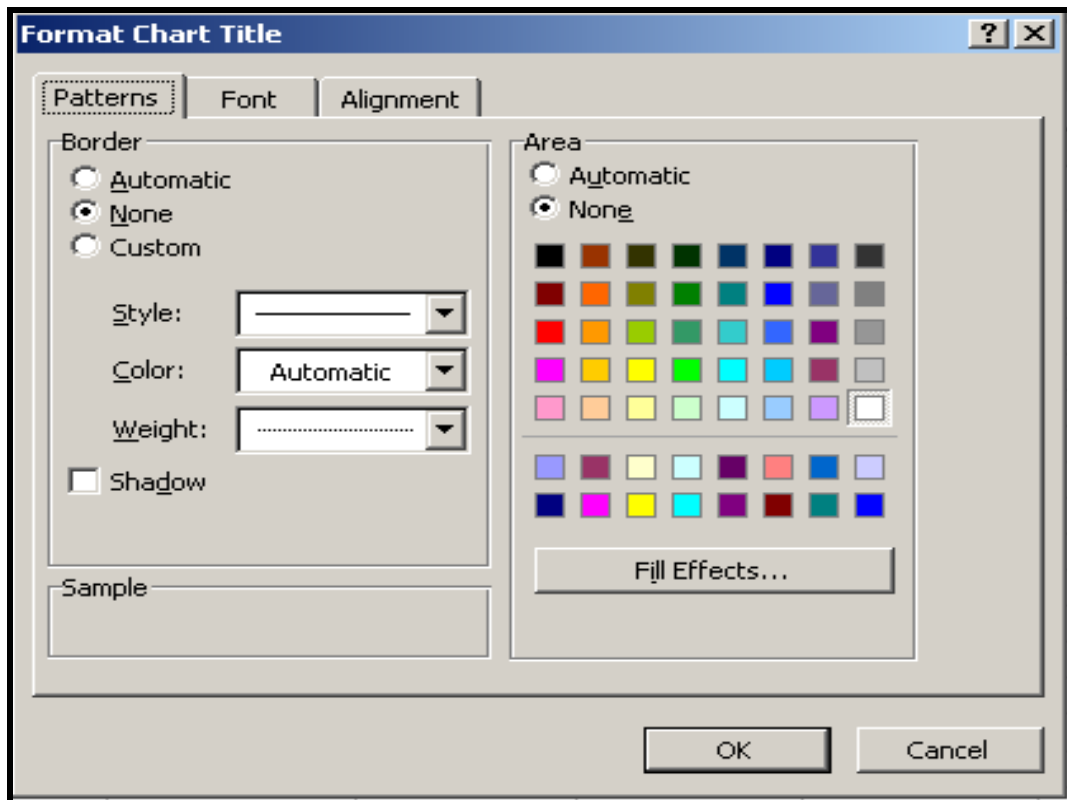


Рис. 12

2. Увести текст. По мірі введення текст буде з'являтися в рядку формул, де його можна відредагувати за допомогою звичайних процедур редагування.

3. Натиснути клавішу **<Enter>** або кнопку введення в рядку формул.

На діаграмі з'явиться текст, оточений штрихованою рамкою з білими маркерами. За допомогою покажчика миші можна його переміщати і змінювати розміри рамки.

### ***Встановлення графічних об'єктів на діаграму***

На діаграму можна додавати графічні об'єкти, що можуть бути створені за допомогою панелі інструментів **Малювання**.

Щоб додати стрілку або пряму лінію на діаграму, потрібно:

1. Відтворити на екрані панель інструментів **Малювання**.

2. На панелі інструментів натиснути кнопку, наприклад, **Стрілка**.

Покажчик миші перетвориться в інструмент малювання.

3. Перемістити покажчик миші із натиснутою лівою кнопкою у те місце діаграми, де необхідно розташувати початок стрілки. А потім перетягнути

показчик миші у те місце, яке повинно бути кінцем стрілки, і відпустити кнопку.

4. Повторити цю процедуру необхідну кількість раз.

Щоб перемістити стрілку, потрібно виділити її і за допомогою миші перетягнути на нове місце. Щоб змінити довжину або нахил стрілки, треба виділити її, помістити показчик миші на один із маркерів і перетягнути у потрібне положення.

### ХІД ВИКОНАННЯ РОБОТИ:

**Завдання.** Проаналізувати нижче наведені таблиці й у залежності наведеної інформації побудувати кругові діаграми, графіки чи гістограми в чорно-білому (зі штриховкою) виконанні.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця результатів екзаменів з розділу “Основи розрахунку деталей машин” з інтегрованого курсу з технічної механіки

Оцінки	КГ	ЕГ	Різниця
Відмінно	8	12	+4
Добре	40	48	+8
Задовільно	43	39	-4
Незадовільно	9	1	-8
Середньоарифметичне значення ( $\bar{\chi}$ )	62,28	82,41	+20,13
Дисперсія ( $\delta^2$ )	174,4	375,5	+201,1
Середньоквадратичне ( $\delta$ )	19,05	23,41	+4,36
Розмах варіації ( $\upsilon$ )	19,05%	23,41%	+4,36%
Щільність розподілу балів	93,31	113,83	+20,51
	-43,02	-44,30	-1,28

Таблиця 2

Рівень сформованості знань і умінь технічної підготовки з технічної механіки

Знання та уміння	Теоретичні		Практичні		Інтелектуальні	
	Групи студентів					
Рівні	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ
Високий	8	7	21	16	13	10
Достатній	31	24	19	18	21	21
Середній	56	48	58	50	64	49
Низький	5	21	2	16	2	20

Таблиця 3

Дані результатів сформованості технічних знань та вмінь  
експериментальних та контрольних груп

Загальна кількість студентів	Кількість студентів, які оволоділи певним рівнем сформованості технологічних знань та вмінь			
	Високий	Достатній	Середній	Незадовільний
Експериментальна група $n_1 = 513$	51	222	215	15
Контрольна група $n_2 = 507$	26	194	248	39

Таблиця 4

Порівняльні показники знань та умінь з інтегрованих курсів “Машинознавство” та “Технічна творчість”

Знання та уміння	Теоретичні	Практичні	Інтелектуальні
	Групи студентів		
“Машинознавство”			
Рівні	(ЕГ-КГ)	(ЕГ-КГ)	(ЕГ-КГ)
Загальний	17	12	13
Якісний	11	9	12
“Технічна творчість”			
Загальний	21	10	14
Якісний	19	9	10

Таблиця 5

Рівень сформованості технічних знань (чисельник) та умінь (знаменник)

Рівень сформованості	2-ий курс	3-ий курс	4-ий курс	Середнє
Високий	$\frac{11}{13}$	$\frac{12}{10}$	$\frac{14}{10}$	$\frac{12}{11}$
Достатній	$\frac{13}{12}$	$\frac{19}{16}$	$\frac{25}{20}$	$\frac{19}{16}$
Середній	$\frac{63}{69}$	$\frac{61}{59}$	$\frac{58}{65}$	$\frac{61}{58}$
Недостатній	$\frac{13}{26}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{8}{15}$

Таблиця 6

Рівень сформованості знань і вмінь технічної підготовки  
(за даними самооцінки в %)

Знання і вміння	Теоретичні		Практичні		Інтелектуальні	
	Групи студентів					
Рівні	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ
Високий	16	14	19	17	16	4
Достатній	21	18	21	20	17	9
Середній	54	33	52	42	55	43
Низький	9	35	8	21	14	44

Таблиця 7

Порівняння результатів рейтингу і самооцінки в ЕГ

Знання і уміння технічної підготовки	Самооцінка (сер. бал)	Рейтингова оцінка (сер. бал)	Розбіжність
Теоретичні	3,4	3,5	+0,1
Практичні	3,5	3,5	0
Інтелектуальні	3,4	3,6	+0,2

Таблиця 8

Порівняння результатів рейтингу і самооцінки в КГ

Знання та уміння технічної підготовки	Самооцінка (сер. бал)	Рейтингова оцінка (сер. бал)	Розбіжність
Теоретичні	3,1	2,9	+0,2
Практичні	3,3	3,1	-0,2
Інтелектуальні	2,7	3,4	+0,7

Таблиця 9

Показники індексу задоволеності студентів ЕГ і КГ рівнем сформованості знань та умінь студентів

Групи респондентів	Кількість респондентів	Умовні позначення ступеня задоволеності					Індекс задоволеності
		A	b	C	d	e	
ЕГ	391	152	165	39	24	12	0,55
КГ	396	121	126	68	39	42	0,31

Таблиця 10

Моніторинг навчальних посібників за результатами анкетування викладачів

№ п/п	Навчальні посібники					
	Машинознавство			Лабораторний практикум з машинознавства		
	Звичайний	Експериментальний	Різниця	Звичайний	Експериментальний	Різниця
1.	77	80	+ 3	75	74	- 1
2.	60	68	+ 8	80	83	+ 3
3.	45	53	+ 8	50	61	+ 11
4.	70	89	+ 19	60	94	+ 24
5.	65	67	+ 2	70	74	+ 4
6.	60	65	+ 2	55	54	- 1

Таблиця 11

Моніторинг навчальних посібників за результатами анкетування студентів

№ п/п	Навчальні посібники					
	Машинознавство			Лабораторний практикум з машинознавства		
	Звичайний	Експериментальний	Різниця	Звичайний	Експериментальний	Різниця
1.	72	89	+ 17	80	93	+ 13
2.	65	64	- 1	70	72	+ 2
3.	70	75	+ 5	90	96	+ 6
4.	75	92	+ 17	78	89	+ 11
5.	70	67	- 3	70	68	- 2
6.	68	74	+ 6	72	82	+ 10
7.	75	86	+ 11	70	74	+ 4

Таблиця 12

Результати підсумкового контролю за наслідками державної атестації та виконання контрольних кваліфікаційних завдань

Показники		Групи	Експериментальні групи та навчальні роки				Контрольні групи та навчальні роки			
			2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Державна атестація спеціаліста	Середній бал		4,45	4,50	4,55	4,60	4,15	4,20	4,10	4,25
	Кількісні показники, %		100	100	100	100	100	100	98	100
	Якісні показники, %		71	72	72,5	77,2	69	71	68,5	73,5
Комплексне кваліфікаційне завдання			4,30	4,40	4,60	4,65	4,10	4,30	4,10	4,25

Таблиця 13

Динаміка рівнів технічної підготовки майбутніх вчителів трудового навчання

Рівні підготовки	Початок експерименту		Проміжний зріз		Завершальний етап експерименту	
	Експериментальні групи	Контрольні групи	Експериментальні групи	Контрольні групи	Експериментальні групи	Контрольні групи
Високий	15,1	14,8	16,9	15,9	19,7	15,5
Достатній	52,6	52,4	55,4	52,3	57,0	52,5
Середній	25,4	26,5	22,5	25,4	19,6	27,3
Низький	6,9	6,5	5,2	6,4	3,7	4,7

Таблиця 14

Статистичні показники якісного і загального наукового рівня підготовки випускників педагогічних закладів освіти

№ п/п	Назва навчального закладу	Значення $\chi^2$	
		Якісний рівень	Середній рівень
1.	Національний педагогічний університет імені М.П.Драгоманова	3,18	4,12
		2,14	3,06
2.	Переяслав-Хмельницький педагогічний університет	3,31	2,73
		2,95	1,09
3.	Уманський педагогічний університет	4,01	2,14
		3,74	2,67

Початковий рівень сформованості технічного мислення майбутніх учителів  
 трудового навчання (2001 р.)

Рівень розвитку технічного мислення	Навчальний курс	
	Теорія механізмів і машин (кількість студентів)	Автомобіль і трактор (кількість студентів)
дуже низький	6	7
низький	13	17
середній	9	13
високий	3	5
дуже високий	1	2

Порівняльний аналіз коефіцієнтів ефективності впровадження  
 навчально-методичного комплексу технічної підготовки

Вищі навчальні заклади	$\Delta K$	<b>G</b>	$\Delta\alpha$
НПУ імені М.П. Драгоманова	0,13	0,87	0,31
Дрогобицький державний педагогічний університет	0,14	0,85	0,33
Кам'янець-Подільський державний університет ім. М. Коцюбинського	0,15	0,86	0,30
Хмельницький національний університет	0,15	0,84	0,34
Полтавський державний педагогічний університет	0,13	0,85	0,32
Переяслав–Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди	0,12	0,78	0,30
Уманський державний педагогічний університет ім. П. Тичини	0,13	0,81	0,33
Рівненський гуманітарний університет	0,14	0,82	0,31

$\Delta K$  – приріст залишкового коефіцієнта знань;

**G** – коефіцієнт міцності знань інтегрованих курсів технічних дисциплін;

$\Delta\alpha$  – приріст коефіцієнта мотивації і зацікавленості.



Таблиця 17

Результати розв'язання майбутніми учителями трудового навчання типових технічних задач під час вивчення курсів „Теорія механізмів і машин” і „Автомобіль і трактор”

Типова технічна задача з предмету	Групи студентів		
	1 група – успішно справилася із розв'язанням задачі	2 група – частково справилася із розв'язанням задачі	3 група – не справилася із розв'язанням задачі
Теорія механізмів і машин (44 особи)	14%	33%	53%
Автомобіль і трактор (32 особи)	13%	33%	54%
Середнє значення	13,5%	33%	53,5%

Таблиця 18

Середній бал контрольних і експериментальних груп під час виконання перевірочних робіт

Тип програми	Середній бал усіх контрольних груп	Середній бал усіх експериментальних груп
Навчальні		
Перевірна робота 1	0,46	0,65
Перевірна робота 2	0,42	0,55
Перевірна робота 3	0,42	0,54
Розвивальні		
Перевірна робота 1	0,37	0,70
Перевірна робота 2	0,63	0,91
Перевірна робота 3	0,40	0,64
Моделювальні	0,36	0,69

Таблиця 19

Результати аналізу рівня розвитку знань і вмінь у студентів  
контрольних і експериментальних груп (2006 р.) (%)

Рівень розвитку знань і вмінь	Кількість студентів							
	Контрольна група				Експериментальна група			
	Автомобіль і трактор (16 осіб)		Теорія механізмів і машин (24 осіб)		Автомобіль і трактор (16 осіб)		Теорія механізмів і машин (24 осіб)	
	До навчання (А)	Після навчання (В)	До навчання (С)	Після навчання (D)	До навчання (Е)	Після навчання (F)	До навчання (G)	Після навчання (H)
Низький	44	36	45	35	44	16	42	15
Середній	38	41	40	48	44	63	40	56
Високий	18	22	15	17	12	21	18	29

Таблиця 20

Результати аналізу рівня знань і вмінь студентів контрольних і експериментальних груп (2007 р.) (%)

Рівень розвитку знань і вмінь	Кількість студентів							
	Контрольна група				Експериментальна група			
	Автомобіль і трактор		Теорія механізмів і машин		Автомобіль і трактор		Теорія механізмів і машин	
	До навчання (А)	Після навчання (В)	До навчання (С)	Після навчання (D)	До навчання (Е)	Після навчання (F)	До навчання (G)	Після навчання (H)
Низький	40	30	43	32	41	4	42	8
Середній	40	48	40	48	41	65	45	62
Високий	20	22	17	20	18	31	13	30

Таблиця 21

Результати аналізу рівня розвитку знань і вмінь студентів (2005, 2006, 2007 р.) (%)

Роки навчання	Рівень розвитку знань і вмінь студентів (бали)			
	Контрольна група		Експериментальна група	
	До навчання (А)	Після навчання (В)	До навчання (С)	Після навчання (D)
2005	4,6	5,9	4,7	8,2
2006	4,8	6,0	4,8	8,4
2007	4,8	6,1	4,5	8,5

Таблиця 22

Показники результатів іспитів студентів  
контрольних і експериментальних груп (2006 р.) (середні бали)

Дисципліна	Курс	Етапи експерименту				
		I	II		III	
			Контрольна група	Експериментальна група	Контрольна група	Експериментальна група
Теорія механізмів і машин	3	3,6	3,6	3,9	3,7	4,3
Автомобіль і трактор	4	3,4	3,5	3,8	3,6	4,4

Таблиця 23

Процентний склад студентів за рівнем іншомовної підготовки

Групи	Оцінка (%)				Середній показник інтелекту
	„Відмінно”	„Добре”	„Задовільно”	„Незадовільно”	
ЕГ	8	32	48	12	107,66
КГ	14	40	34	2	104,7

Таблиця 24

Ступінь сформованості навичок правильної вимови студентів

Оцінка ( $x_i = y_i$ )	ЕГ		КГ	
	Частота $f_x$	%	Частота $f_y$	%
“2”	6	7,3	14	17,1
“3”	19	23,2	34	41,5
“4”	24	29,3	23	28
“5”	33	40,2	11	14,6

Таблиця 25

Робоча таблиця статистичних розрахунків для експериментальної групи

$x_i$	$f_x$	$f_x \cdot x_i$	$d_x = x_i - \bar{x}$	$d_x^2 = (x_i - \bar{x})^2$
„незадовільно”	6	12	- 2,024	4,10
„задовільно”	19	57	- 1,024	1,05
„добре”	24	96	- 0,02	0,001
„відмінно”	33	165	0,98	0,95
$\Sigma$	82	330		6,101

Робоча таблиця статистичних розрахунків для контрольної групи

$y_i$	$f_y$	$f_y \cdot y_i$	$d_y = y_i - \bar{y}$	$d_y^2 = (y_i - \bar{y})^2$
„незадовільно”	14	28	- 1,4	1,95
„задовільно”	34	102	- 0,4	0,16
„добре”	23	92	0,6	0,363
„відмінно”	11	60	1,6	2,57
$\Sigma$	83	282		5,043

Таблиця 27

Результати виконання контрольних робіт

Що перевіряється	Категорія відповіді	Номер завдання	Результати виконання контрольних робіт за темою: “Нарахування заробітної плати працівникам організацій засобами електронних таблиць Excel”			
			Контр. гр. I <sub>2</sub> (30 учнів)		Експер.гр.II <sub>2</sub> (28 учнів)	
			Кількість правильних відповідей	в % до загальної кількості	Кількість правильних відповідей	в % до загальної кількості
Знання з ПМД	А	1	22	73	21	75
		2	21	70	21	75
Знання з технології	В	1	24	80	23	82
		2	22	79	24	80
Використання з ПМД під час відповіді на запитання з технології	С	1	6	21	15	50
		2	4	14	11	37
	Д	1	3	10	7	25
		2	5	17	8	28
	Е	1	4	13	8	28
		2	5	17	8	32
Вміння самостійно розв’язувати завдання або відповідати на пізнавальні, проблемні питання	Е	3	9	30	12	43

Таблиця 28

Середні значення кількості засвоєних лексичних одиниць студентами ЕГ і КГ

Тема	ЕГ			КГ		
	$n$	$\bar{m}$	$t$	$n$	$\bar{m}$	$t$
Shopping	35	28	80	35	20	80
Business Lunch	40	33	80	40	24	80
At the Customs	28	24	80	28	20	80
$\Sigma$	103	85	240	103	64	240

Таблиця 29

Ступінь сформованості загальномовних умінь і навичок студентів

Оцінка ( $x_i = y_i$ )	ЕГ		КГ	
	Частота $f_x$	%	Частота $f_y$	%
„незадовільно”	7	8,5	12	14,5
„задовільно”	16	19,5	35	42,2
„добре”	34	41,5	22	26,5
„відмінно”	25	30,5	14	16,9

Таблиця 30

Рівень інтересу до вивчення іноземної мови за професійним спрямуванням студентів експериментальної групи

Рівень інтересу	До експерименту		Після експерименту	
	Абсолютна кількість	%	Абсолютна кількість	%
Високий	10	12,2	21	25,6
Середній	34	41,5	49	59,8
Низький	38	46,3	12	14,6

Таблиця 31

Виконання контрольних робіт

Навчальні групи	Виконання контрольних робіт (правильні відповіді в % до загальної кількості)					
	А	В	С	Д	Е <sub>1</sub> (під час відповіді на 2 питання)	Е <sub>2</sub> (під час розв'язанні пробл. і пізнавальн. завдань)
контрольні	71- 74	76-85	15 -21	17-20	11- 18	29-31
експериментальні	75- 76	80-82	23-24	24 – 27	27- 83	35 – 52

Міцність засвоєння знань учнями контрольних і експериментальних груп

	Попередній експеримент (1994 – 1998 рр.)		Основний експеримент (1998 – 2003 рр.)	
	контрольн а ( $n^I_1$ )	експериментальн а ( $n^{II}_1$ )	контрольн а ( $n^I_2$ )	експерименталь на ( $n^{II}_2$ )
Кількість учнів, які брали участь.	173	174	232	234
Коефіцієнт засвоєння	$K^I_1$	$K^{II}_1$	$K^I_2$	$K^{II}_2$
Матеріалознавство	0,71	0,84	0,74	0,86
Спеціальна технологія	0,83	0,92	0,84	0,94
Виробниче навчання	0,86	0,96	0,86	0,98

Таблиця 33

Зміни розподілу та приріст рівня знань і вмінь студентів експериментальної та контрольних груп за результатами підсумкового контролю (ЗГ I)

Рівень сформованості знань та вмінь	Групи								
	КГ1			КГ2			ЕГ		
	До експерименту, %	Після експерименту, %	Приріст, %	До експерименту, %	Після експерименту, %	Приріст, %	До експерименту, %	Після експерименту, %	Приріст, %
Початковий	11,36	13,64	2,27	10,78	11,76	0,98	10,99	4,40	-6,59
Середній	34,09	43,18	9,09	34,31	37,25	2,94	42,86	27,47	-15,38
Достатній	38,64	31,82	-6,82	39,22	37,25	-1,96	31,87	46,15	14,29
Високий	15,91	11,36	-4,55	15,69	13,73	-1,96	14,29	21,98	7,69

Таблиця 34

Розподіл студентів контрольних та експериментальної груп за рівнями сформованості попередніх знань і вмінь (загальна група І)

Рівень навчальної підготовки студентів	Назва груп та кількість студентів за рівнем навчальної підготовки		
	КГ1	КГ2	ЕГ
Початковий	10	11	10
Середній	30	35	39
Достатній	34	40	29
Високий (творчий)	14	16	13
	88	102	91

Таблиця 35

Зведена таблиця успішності в експериментальних і контрольних групах (за результатами повного виконання навчальних планів і програм)

	Попередній експеримент (1995 – 1998 р.р.)		Основний експеримент (1998 – 2003 р.р.)	
	контрольні (n <sup>I</sup> <sub>1</sub> )	експериментальні (n <sup>II</sup> <sub>1</sub> )	контрольні (n <sup>I</sup> <sub>2</sub> )	експериментальні (n <sup>II</sup> <sub>2</sub> )
1. Кількість учнів, які брали участь.	173	174	232	234
2. Успішність (в середніх балах) з предметів:				
а) матеріалознавство	3,6	4,3	3,7	4,4
б) спеціальна технологія	4,1	4,6	4,2	4,7
в) виробниче навчання	4,3	4,8	4,4	4,9
3. Оцінки з випускних кваліфікаційних екзаменів:				
на "5"	68	90	96	117
"4"	54	56	100	98
"3"	51	28	36	19
4. Середній бал	4,0	4,6	4,1	4,7
5. Отримали розряди:				
а) встановлений	70,5 %	61,8 %	69,6 %	62,8 %
б) вище встановленого	29,5 %	38,2 %	30,4 %	37,2 %

Таблиця 36

Середні оцінки студентів ЕГ в результаті доекспериментального і післяекспериментального тестування

Групи	Середній рейтинг	
	До експерименту	Після експерименту
1	2	3
4 – ЕФ	4,2	4,2
5 – ЕФ	3,4	4
5 – ЕК	3,2	3,9
21 – МЕ	3	3,7
17 – МЕ	2,8	3,8
18 – МЕ	3,2	3,8

Таблиця 37

Зміни розподілу та приріст рівня знань і вмінь студентів експериментальної та контрольних груп за результатами підсумкового контролю (ЗГ II)

Рівень сформованості знань та вмінь	Групи								
	КГ1			КГ2			ЕГ		
	До експерименту, %	Після експерименту, %	Приріст, %	До експерименту, %	Після експерименту, %	Приріст, %	До експерименту, %	Після експерименту, %	Приріст, %
Початковий	11,90	13,10	1,19	13,79	12,64	-1,15	10,87	8,33	-2,54
Середній	35,71	38,10	2,38	41,38	43,68	2,30	45,65	26,04	-19,61
Достатній	35,71	33,33	-2,38	27,59	27,59	0,00	30,43	43,75	13,32
Високий	16,67	15,48	-1,19	17,24	16,09	-1,15	13,04	21,88	8,83



Розподіл студентів контрольних та експериментальної груп за рівнями сформованості попередніх знань і вмінь (загальна група ІІ)

Рівень навчальної підготовленості студентів	Назва груп та кількість студентів за рівнем навчальної підготовленості		
	КГ1	КГ2	ЕГ
Початковий	10	12	10
Середній	30	36	42
Достатній	30	24	28
Високий (творчий)	14	15	12
	84	87	92

**Контрольні питання:**

1. Що таке діаграма?
2. Із чого складається діаграма?
3. Що таке Вісь?
4. Що таке Поділки?
5. Що таке Точка даних?
6. Що таке Ряди даних?
7. Що таке Легенда?
8. Які види діаграм ви знаєте?
9. Які особливості впроваджених діаграм?
10. Що таке автоматичне створення діаграм?
11. Який тип діаграми створюється за замовченням у процесі автоматичного створення діаграми?
12. Як створити діаграму на власному аркуші?
13. Яку має назву аркуш діаграм і як його перейменувати?
14. Як працює Майстер діаграм?
15. Які параметри діаграми можна встановити в першому діалоговому вікні Майстра?
16. Які параметри діаграми можна встановити у другому діалоговому вікні Майстра?

17. Які параметри діаграми можна встановити у третьому діалоговому вікні Майстра?
18. Які параметри діаграми можна встановити у четвертому діалоговому вікні Майстра?
19. Як перемістити по робочому аркушу впроваджену діаграму та змінити її розмір або пропорції?
20. Як вилучити впроваджену діаграму?
21. Як діаграму, яка побудована на власному аркуші діаграм, впровадити на робочий аркуш?
22. Як активізувати впроваджену діаграму?
23. Як впроваджену діаграму відтворити в окремому вікні?
24. Як зв'язати діаграму з будь-яким робочим аркушем?
25. Скільки існує основних і додаткових типів діаграм у програмі Excel?
26. Як вибрати підтип обраного типу діаграм?
27. Як застосувати обраний тип діаграми тільки для виділених рядів?
28. Які основні типи діаграм ви знаєте?
29. Як створити власний тип діаграми?
30. Як підібрати параметри за допомогою панелі інструментів **Діаграма** до елементів діаграми?
31. Як підібрати параметри до елементів діаграми за допомогою контекстного меню ?
32. Як підібрати параметри до елементів діаграми за допомогою покажчика миші?
33. Як додати текстову інформацію до діаграми?
34. Як встановити графічні об'єкти на діаграму?

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ п/п	Тема	Кількість годин
1	Огляд вбудованих засобів статистичного аналізу даних в електронних таблицях Excel	2
2	Огляд вбудованих засобів логічного аналізу даних в електронних таблицях Excel	4
3	Огляд вбудованих засобів математичного аналізу даних в електронних таблицях Excel	4
4	Огляд вбудованих засобів текстового аналізу даних в електронних таблицях Excel	4
5	Застосування різного роду комп'ютерних програм для обробки психологічних досліджень	6
	<b>Всього:</b>	<b>20</b>

## ПЕРЕЛІК ТЕМ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

1. Комп'ютерні технології у психології.
2. Комп'ютерна психодіагностика.
3. Історія розвитку комп'ютерної психодіагностики.
4. Характеристика, зміст, класифікація сучасних і традиційних комп'ютерних психодіагностичних методик, особливості їх використання.
5. Особливості комп'ютерних психодіагностичних тестувань, режими роботи психолога.
6. Дослідження комп'ютерних тестів Айзенка, Кеттела, Амтхаузена, Люшера, Лірі, Ямпольського, Сонді, КОС.
7. Штучний інтелект. Класифікація програм штучного інтелекту.
8. Штучний інтелект. Експертні системи та їх види. Коефіцієнт інтелекту.
9. Дослідження комп'ютерних тестів визначення коефіцієнту інтелекту IQ: Айзенка, Равена й ін.
10. Психологічне тестування з використанням поліграфа.
11. Історія розвитку поліграфа – «детектора брехні».
12. Практика застосування поліграфа у різних країнах світу та Україні.
13. Методи реєстрації психофізіологічної інформації: шкіряно-гальванічний рефлекс, частота пульсу, артеріальний тиск, дихання, тремор.
14. Етапи підготовки та проведення тестувань.
15. Область застосування «детектора брехні». Практичне дослідження застосування поліграфа.
16. Психологічні аспекти взаємодії «людина-комп'ютер».
17. Психологічна характеристика системи «людина-машина».
18. Розвиток психологічних процесів (мислення, сприйняття, пам'ять, увага, комунікативність). Вплив комп'ютера на людину.
19. Наслідки психологічного впливу комп'ютера на людину та їх упередження. Методичні аспекти негативного впливу.
20. Комп'ютеризація навчання.
21. Психолого-педагогічні основи сприйняття навчальної інформації.

22. Моделі інформаційного впливу в системі «викладач-користувач».
23. Характеристика та класифікація навчальних комп'ютерних програм у психології.
24. Психологічні аспекти комп'ютеризованого навчання.
25. Психологічне дослідження навчальних програм: Babytype, Google Earth, Inmarket, Virtual Voon Atlas, Starcals, AMIGLOBE, SelfIn та ін.
26. Психологічна характеристика та класифікація комп'ютерних ігрових програм.
27. Соціально-психологічні аспекти впливу комп'ютерних ігор на дітей і дорослих.
28. Комп'ютерна ігротерапія та психотерапія.
29. Комп'ютерні ігри як засіб психологічних досліджень.
30. Кіберадикція та динаміка її розвитку.
31. Комп'ютерні технології та творча діяльність людини.
32. Комп'ютерна творчість як новий чинник розвитку творчості людини.
33. Основні напрями впливу інформаційних технологій на креативні процеси.
34. Вплив комп'ютерного середовища на творчі здібності дітей.
35. Розвиток творчості в процесі комп'ютеризованого навчання.
36. Дослідження психологічного впливу на творчість людини комп'ютерних програм на прикладі графічного редактора Paint та проективного тесту Дж. Бука.
37. Універсальні та спеціалізовані програмні засоби в інформатизації професійної діяльності психолога.
38. Автоматизація створення документів складної структури в практиці психолога.
39. Автоматизація основних математичних методів аналізу в психології.
40. Статистичні розрахунки в процесі опрацювання психологом емпіричних даних.
41. Мультимедійні презентації як засіб представлення результатів експериментальної, аналітичної та дослідницької діяльності психолога.
42. Створення й застосування мультимедійних презентацій у навчальній і професійній діяльності психолога.

## **Методичні рекомендації щодо виконання індивідуального завдання з дисципліни**

### **«Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ»**

Обсяг реферату має містити до 15 сторінок тексту, котрий надруковано в текстовому процесорі MS Word. Під час набору використовувати шрифт Times New Roman, кеглем 14 та інтервалом між рядками 1,5.

У процесі виконання реферату рекомендується така його структура (план):

**Вступ.** У ньому обґрунтовується значення теми, виділяються питання, на яких автор збирається зупинитись.

**Основна частина.** У ній викладається зміст теми. Основна частина роботи розбивається на розділи.

**Висновки.** У них висвітлюються теоретичні висновки щодо даної теми.

**Список використаних джерел.** Це важлива частина реферату, перелік записується за українським алфавітом згідно державного стандарту з обов'язковим наведенням назв праць. Дані про видання наводяться в наступному порядку:

- прізвище й ініціали автора (авторів);
- повна назва книги;
- місто видання;
- назва видавництва;
- рік видання;
- кількість сторінок у виданні; чи наявні в книзі ілюстрації.

Розділові знаки слід розставляти так, як показано в прикладі:

1. Шахіна І. Ю. Основи роботи з персональним комп'ютером. Навчально-методичний посібник / Шахіна І. Ю. – Вінниця, 2008. – 194 с.

Оформлення рефератів повинно відповідати наступним вимогам: формат сторінок А4; основний текст друкують через 1,5 інтервали на одному боці паперу (поля: зліва, зверху та знизу – 20 мм, праворуч -10 мм).

Цифровий матеріал повинен оформлятися у вигляді таблиць, що нумеруються і мають назву (так само нумеруються і мають назву й рисунки до тексту).

Першою сторінкою роботи є титульний лист. На другій сторінці наводиться план реферату, який одночасно виконує функції змісту. Реферат поділяється на окремі, логічно пов'язані частини у відповідності до плану. Заголовки змісту (плану) повинні точно повторювати заголовки в тексті.

Робота комплектується в наступному порядку:

1. Титульний лист
2. Зміст
3. Вступ
4. Розділи реферату (1, 2, 3 ...)
5. Висновки
6. Список використаних джерел

Усі сторінки реферату послідовно нумеруються. Титульний лист включається в загальну нумерацію під цифрою „1”, але сама цифра на ньому не ставиться.

Нумерація наступних сторінок починається з цифри „2”.

Реферати здаються у паперовому й електронному варіанті, який вставляється в тверду папку з файлами.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МІХАЙЛА КОЦЮБІНСЬКОГО
Інститут історії, етнології і права
ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ з дисципліни «Основи роботи з ПК» на тему: <b>«Обробка інформації в електронних таблицях»</b>
Виконала: студентка групи І-Д інституту історії, етнології і права Марущак Наталія
Науковий керівник: ст. викладач Шахіна І.Ю.
Вінниця – 2011

Приклад оформлення титульної сторінки

## **ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЯКІ ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ**

### **Перелік питань, що виносяться на залік**

1. Використання у формулах адрес комірок і діапазонів.
2. Застосування у формулах імен комірок і діапазонів.
3. Знаки операцій (оператори).
4. Формули масиву.
5. Вбудовані функції.
6. Введення функцій.
7. Функції масиву.
8. Автосумування і автообчислення.
9. Повідомлення про помилки в процесі роботи з формулами і функціями.
10. Переміщення змісту комірок.
11. Переміщення за допомогою миші («буксирування»).
12. Копіювання змісту комірок. Форматування результатів обчислень.
13. Статистичні процедури.
14. Пакети аналізу.
15. Статистичні функції бібліотеки вбудованих функцій Excel.
16. Функції: ABS, СРЗНАЧ, ДИСП, КОРЕНЬ.
17. Функції: РАНГ, СЧЕТЕСЛИ, ЕСЛИ.
18. Функції: ПИРСОН, СУММ, МАКС, АSIN.
19. Критерій Стьюдента.
20. Коефіцієнт кореляції за Спірменом.
21. Коефіцієнт кореляції Пірсона.
22. Коефіцієнт взаємної зв'язності за Чупровим.
23. Обчислення кореляційного відношення Пірсона.
24. U-критерій Манна-Уїтні.
25. Критерій Уїлкоксона.
26. T-критерій Віткоксона.



27. L-критерій тенденцій Пейджа.
28. S-критерій тенденцій Джонкіра.
29. Кутове перетворення Фішера.
30. Критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$  Пірсона.
31. Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок.
32. Однофакторний дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок.
33. Майстер діаграм.
34. Побудова графіку ряду розподілення дискретної випадкової величини.
35. Побудова графіку функції розподілу дискретної випадкової величини.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев А.Г., Беззубов Е.Ю., Емельянов М.П. и др. Новые технологии Windows 2000 / Под ред. А.Н. Чекмарева. – СПб. : БХВ – Санкт-Петербург, 1999.
2. Богачков Н.С., Богачков В.Ю. Комп'ютер і школяр в інформаційному суспільстві // Шкільний світ. – 1998. – Лютий (№ 3).
3. Ботт Эд., Персон Рон и др. Использование Windows 98. Специальное издание.; Пер. с англ. – М.; СПб; К. : Издательский дом «Вильямс», 1998. – 896 с.
4. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя. – СПб. : Питер, 2008. – 608 с.
5. Використання електронно-обчислювальної техніки в процесі вивчення графічних дисциплін у педагогічних інститутах: Методичні рекомендації для викладачів і студентів загальнотехнічних факультетів педагогічних інститутів/ Упорядник В.Я. Науменко. – К. : РУМК ЗСПО, 1990. – 36 с.
6. Вільямс Р., Маклін К. Комп'ютери в школі: Пер. с англ. / За ред. В.Б. Распопова. – К. : Радянська школа, 1988. – 295 с.
7. Воронов Ю.П. Компьютеризация: Шаг в будущее. – Новосибирск: Наука, 1990. – 336 с.
8. Выровой И.С. Windows XP. – К. : Факт, 1997. – 86 с.
9. Газнюк Ю.Ю. Комп'ютер і сучасна проєкційна техніка // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 1998. – № 1. – С. 27-29.
10. Глушаков С.В., Лобяк А.В., Сурядный А.С. Деловая графика / Шеф-редактор С.В. Глушаков; Худож.-оформитель А.С. Юхтман. – Харьков: Фолио, 2002. – 389 с.
11. Глушаков С.В., Мачула О.В., Сурядный А.С. Редактор электронных таблиц Microsoft Excel XP / Худож.-оформитель А.С. Ютман. – Харьков: Фолио, 2003. – 95 с.
12. Гороль П.К., Гуревич Р.С., Коношевський Л.Л., Шестопалюк О.В. Сучасні інформаційні засоби навчання: Навч. посібник. – Вінниця ВДПУ, 2004.

– 535 с.

13. Гороль П.К. Сучасні інформаційні засоби навчання: Навч. посібник / Гороль П.К., Гуревич Р.С., Коношевський Л.Л., Шестопалюк О.В. – К. : Освіта України, 2007. – 536 с.

14. Грузман М.З., Усач А.Г. Электронные книги – новый помощник учителя // Компьютеры + Программы: 8(23). – 1995. – С. 70-73.

15. Гуревич Р. С. Освітнє середовище для підготовки майбутніх педагогів засобами ІКТ: [монографія] / Р. С. Гуревич, Г. Б. Гордійчук, Л. Л. Коношевський, О. Л. Коношевський, О. В. Шестопаля; за ред. проф. Р. С. Гуревича. – Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2011. – 348 с.

16. Гуревич Р.С. Впровадження комп'ютерних технологій у навчально-виховний процес закладів освіти. – Вінниця, 1999. – 30 с.

17. Гуревич Р.С., Кадемія М.Ю. Інформаційно-комунікаційні технології в навчально-виховному процесі. – Вінниця: ДОВ „Вінниця”, 2002. – 116 с.

18. Гуревич Р.С., Кадемія М.Ю. Інформаційно-телекомунікаційні технології у навчальному процесі та наукових дослідженнях: навчальний посібник для студентів педагогічних ВНЗ і слухачів післядипломної освіти. – Вінниця: ДОВ “Вінниця”, 2004. – 365 с.

19. Гуревич Р.С., Кадемія М.Ю. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях: Навч. посіб. – Київ-Вінниця: Планер, 2005. – 366 с.

20. Гуревич Р.С. Сучасні інформаційні технології та їхнє використання: Навчальний посібник / Гуревич Р.С., Шестопалюк О.В., Кадемія М.Ю. та ін. Київ, 2006. – 631 с.

21. Дайсон П. Словарь по современным сетевым технологиям. – К. : Комиздат, 1998. – 320 с.

22. Дергач М. Мій помічник – гіпертекст // Мистецтво та освіта. – 1998. – № 1. – С. 53-57.

23. Дехтярев Е. Тенденции развития вычислительной техники. – М. : МИП «Память», 1992. – 64 с.

24. Дибкова Л.М. Інформатика та комп'ютерна техніка: Посібник для

- студентів вищих навчальних закладів. – К. : Видавничий центр “Академія”, 2002. – 320 с.
25. Долматов В.П. О внедрении телекоммуникаций в образование // Вопросы психологии. – 1996. – № 4. – С. 100-110.
26. Ершов А. Компьютеризация школы и математическое образование // Информатика и образование. – 1992. – № 5-6. – С.3-12.
27. Жданович П.М. Физика в картинках // Компьютеры + программы: 5(20). – 19ХР. – С. 63-65.
28. Знакомьтесь: компьютер / Пер. с англ. К.Г. Батаева под ред. В.М. Курочкина. – М. : Мир, 1989. – 240 с.
29. Информатика. Базовый курс / Симонович С.В. и др. – СПб: Питер, 2000. – 640 с.
30. Информатика та обчислювальна техніка: Корот. Тлумач. Слов. / В.П. Гондол, А.Г. Дерев'янку, В.В. Матвеев, Ю.З. Прохур; За ред.. В.П. Гондола. – К. : Либідь, 2000. – 318 с.
31. Информатика: Комп'ютерна техніка: Комп'ютерні технології: Підручник / За ред. О.І. Пушкаря. – К. : Видавничий центр «Академія», 2002. – 704 с.
32. Кенин А.М., Печенкина Н.С. Окно в мир компьютеров. – Екатеринбург: Деловая книга, 1996. – 496 с.
33. Комарницкий В.А., Степанян Л. Персональные компьютеры. – М. : Машиностроение, 1989. – 208 с.
34. Косцов А., Косцов В. Все о персональном компьютере: Большая энциклопедия. (Практическое руководство). – Изд. 2-е испр. – М. : Мартин, 2004. – 720 с.
35. Левин Джон Р., Бароди Кэрол. Секреты INTERNET. – К. : Диалектика, 1996. – 544 с.
36. Леонтьев В.П. Большая энциклопедия компьютера и Интернета. – М. : ОЛМА Медиа Групп, 2006. – 1084 с.
37. Миронов В.Б. Век образования: Глава из книги// Индустрия

программных средств. – М. : Знание, 1989. – С. 33-43.

38. Мой персональный компьютер IBM PC / Авт.-сост. В. Копол. – Минск: Литература, 1997. – 512 с.

39. Моргун О.Н. Комп'ютерний підручник як новий дидактичний засіб // Педагогіка і психологія. – 1994. – № 1. – С.117-124.

40. Морзе Н.В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій. – К. : Видавнича група ВНУ, 2006. – 352 с.

41. Мячев А.А. Персональные ЭВМ: Краткий энциклопедический справочник. – М. : Финансы и статистика, 1992. – 384 с.

42. Николин В.А. Компакт-диски и CD устройства. – СПб. : Издательство «Лань», 1997. – 112 с.

43. Нольден М. Ваш первый выход в Internet (пер. с нем.) – СПб., 1996. – 240 с.

44. Разработка педагогических программных средств вычислительной техники для учебных заведений профтехобразования: Методическое пособие / М.Б. Лебедева, С.А. Марков, В.В. Шапкин и др. – М. : Высш. шк., 1990. – 126 с.

45. Роберт Н.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. – М., 1994. – 344 с.

46. Ротаєнко П.Д. Комп'ютер як дидактичний інструмент // Рідна школа. – 1994. – № 10. – С. 48-49.

47. Руденко В.Д., Макарчик О.М., Патланжоглу М.О. Практичний курс інформатики / За ред. Мадзігона В.М. – К. : Фенікс, 2000. – 304 с.

48. Руденко В.Д., Патланжоглу Н. Дидактична суть гіпертекстових систем // Педагогіка і психологія. – 19ХР. – № 2. – С. 62-67.

49. Рыбаков М.А. Анатомия персонального компьютера. – М. : СП «Интермеханика», 1990. – 222 с.

50. Свириденко С.С. Современные информационные технологии. – М. : Радио и связь, 1989. – 304 с.

51. Симонович С.В., Евсеев Г.А., Алексеев А.Г. Общая информатика:

Учебное пособие для средней школы. – М. : АСТ-ПРЕСС, Инфорком-Пресс, 1999. – 522 с.

52. Симонович С.В., Евсеев Г.А., Алексеев А.Г. Специальная информатика: Учебное пособие. – М. : АСТ-ПРЕСС, Инфорком-Пресс, 1999. – 480 с.

53. Сумський В.І. ЕОМ при вивченні фізики: Навч. посіб. / За ред. М.І. Шута. – К., 1997. – 184 с.

54. Сумський В.І., Коношевський Л.Л. Застосування ЕОМ при вивченні фізики: Спецкурс. – Вінниця: ВДПІ, 1993. – 158 с.

55. Уваров А. Компьютерные коммуникации// Информатика и образование. – 1991. – № 6. – С. 11-21.

56. Фейбел В. Энциклопедия современных сетевых технологий. – К. : Комиздат, 1998. – 688 с.

57. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. – М. : ИНФРА-М, 1996. – 432 с.

58. Фролова Г.В. Педагогические возможности ЭВМ. Опыт. Проблемы. Перспективы. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1988. – 173 с.

59. Фултон Дженифер. Освой самостоятельно Microsoft Excel 2000. 10 минут на урок. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2002. – 224с.

60. Холидей К. Секреты ПК. -К. : Диалектика, 1994. – 304 с.

61. Чоговадзе Г.Г. Персональные компьютеры. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 208 с.

62. Шатт С. Мир компьютерных сетей (пер. с англ.). К., 1997. – 256 с.

63. Школа и новые информационные технологии. – М. : Наука, 1990. – 246 с.

64. Яковлев А. Компьютер в школе. – М. : Педагогика, 1990. – 240 с.

65. Якубайтис Э.А. Информатика – Электроника – Сети. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 200 с.

#### **ДЖЕРЕЛА INTERNET**

1. <http://www.torry.ru>;

2. <http://www.delphiworld.narod.ru>;

3. [http://www.vr-online.ru](http://www.vr-online.ru;);
4. <http://www.heel.org.ua>.
5. <http://altavista.digital.com/> – пошукова система.
6. <http://citforum.ru/> – апаратні та програмні засоби, інформаційне обслуговування, інформаційний пошук, інформаційні ресурси для фінансових спеціалістів, інформаційні системи, інформаційні технології, мережеві технології, мережі, офісні інформаційні системи, перспективи розвитку інформаційних технологій, проблеми безпеки інформаційних систем та технологій, технічні матеріали про Інтернет, технології WWW, технології електронної пошти, технології розробки баз даних, технологічні рішення інформаційних сховищ.
7. <http://communication.ucsd.edu/pagre/tno.html> – мережі.
8. <http://ya.ru/> – пошукова система.
9. <http://google.com.ua/> – пошукова система.
10. <http://searchenginewatch.com/> – пошукова система.
11. <http://www.citycat.ru/compulib/> – система пошуку в електронних бібліотеках.
12. <http://www.cnn.com/> – новини CNN.
13. <http://www.euroseek.com/> – пошукова система.
14. <http://www.ict.nsk.su/rus/> – інтернет-технології.
15. <http://www.infoseek.com/> – пошукова система.
16. <http://www.meta.ua/> – пошукова система.
17. <http://www.nai.gov.ua/> – Національне агентство з питань інформатизації при Президентові України.
18. <http://www.radio-msu.net/~art/search/> – пошукова система.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

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

Доверительная вероятность Р

<b>v</b>	<b>0,50</b>	<b>0,80</b>	<b>0,90</b>	<b>0,95</b>	<b>0,98</b>	<b>0,99</b>	<b>0,998</b>	<b>0,999</b>
	Рівень значущості $\alpha$							
	<b>0,50</b>	<b>0,20</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>
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
$\infty$	0,67	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58	3,09	3,29



**Додаток Б**

**Значущість критерію Уїлкоксона для множинних порівнянь**

<b>№</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
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-Уїтні

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

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

n1	2	3	4	5	6	7	8	9	19	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
n2										$\alpha = 0,05$										
3	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
5	0,	0,	1,	2,	4,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
6	0,	0,	2,	3,	5,	7,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
7	0,	0,	2,	4,	6,	8,	11,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
8	1,	3,	3,	5,	8,	10,	13,	15,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
9	1,	4,	4,	6,	9,	12,	15,	18,	21,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
10	1,	4,	4,	7,	10,	14,	17,	20,	24,	27,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
11	1,	5,	5,	8,	12,	16,	19,	23,	27,	31,	34,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
12	2,	5,	5,	9,	13,	17,	21,	26,	30,	34,	38,	42,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
13	2,	6,	6,	10,	15,	19,	24,	28,	33,	37,	42,	47,	51,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0
14	3,	7,	7,	11,	16,	21,	26,	31,	36,	41,	46,	51,	56,	61,	0,	0,	0,	0,	0,	0
15	3,	7,	7,	12,	18,	23,	28,	33,	39,	44,	50,	55,	61,	66,	72,	0,	0,	0,	0,	0
16	3,	8,	8,	14,	19,	25,	30,	36,	42,	48,	54,	60,	65,	71,	77,	83,	0,	0,	0,	0

Продовження додатку В

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

Продовження додатку Б

nl	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n1	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n2	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
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,	0,	0,	0,	0,	0
33	266,	280,	293,	307,	320,	334,	347,	361,	374,	388,	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 додаку В

n1	2	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,	a - 0,05	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,	103,	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,	387,	404,	421,	438,	456,	473,	490,	507,	524,	541,	559,	576,	503,	610,	628,	645						
	42 345,	362,	380,	397,	415,	432,	450,	467,	485,	503,	520,	538,	556,	573,	591,	609,	626,	644,	662						
	43 353,	371,	389,	407,	425,	443,	461,	479,	497,	515,	533,	552,	570,	588,	606,	624,	642,	660,	679						
	44 362,	380,	399,	417,	436,	454,	473,	491,	510,	528,	547,	565,	584,	602,	621,	640,	658,	677,	695						
	45 371,	390,	408,	427,	446,	465,	484,	503,	522,	541,	560,	579,	598,	617,	636,	655,	674,	693,	712						
	46 380,	399,	418,	437,	457,	476,	495,	515,	534,	554,	573,	593,	612,	631,	651,	670,	690,	709,	729						
	47 388,	408,	428,	447,	467,	487,	507,	527,	547,	566,	586,	606,	626,	646,	666,	686,	706,	726,	746						
	48 397,	417,	437,	458,	478,	498,	518,	539,	559,	579,	600,	620,	640,	661,	681,	701,	722,	742,	763						
	49 406,	426,	447,	468,	488,	509,	530,	550,	571,	592,	613,	634,	654,	675,	696,	717,	738,	759,	780						
	50 414,	435,	457,	478,	499,	520,	541,	562,	583,	605,	626,	647,	669,	690,	711,	732,	754,	775,	796						
	51 423,	445,	466,	488,	509,	531,	553,	574,	596,	618,	639,	661,	683,	704,	726,	748,	770,	791,	813						
	52 432,	454,	476,	498,	520,	542,	564,	586,	608,	630,	652,	675,	697,	719,	741,	763,	786,	808,	830						
	53 441,	463,	485,	508,	530,	553,	575,	598,	620,	643,	666,	688,	711,	734,	756,	779,	802,	824,	847						
	54 449,	472,	495,	518,	541,	564,	587,	610,	633,	656,	679,	702,	725,	748,	771,	794,	818,	841,	864						
	55 458,	481,	505,	528,	551,	575,	598,	622,	645,	669,	692,	716,	739,	763,	786,	810,	834,	857,	881						
	56 467,	491,	514,	538,	562,	586,	610,	634,	657,	681,	705,	729,	753,	777,	801,	825,	850,	874,	898						
	57 476,	500,	524,	548,	572,	597,	621,	645,	670,	694,	719,	743,	768,	792,	816,	841,	865,	890,	915						
	58 484,	509,	534,	558,	583,	608,	633,	657,	682,	707,	732,	757,	782,	807,	832,	856,	881,	906,	931						
	59 493,	518,	543,	568,	594,	619,	644,	669,	694,	720,	745,	770,	796,	821,	847,	872,	897,	923,	948						
	60 502,	527,	553,	578,	604,	630,	655,	681,	707,	733,	758,	784,	810,	836,	862,	888,	913,	939,	965						

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	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
n2										$\alpha=0,01$										
6	0,0	0,0	0,1	1,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
7	0,0	0,0	1,1	3,3	4,4	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
8	0,0	0,0	2,2	4,4	6,6	7,7	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
9	0,0	1,1	3,3	5,5	7,7	9,9	11,11	14,14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
10	0,0	1,1	3,3	6,6	8,8	11,11	13,13	16,16	19,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
11	0,0	1,1	4,4	7,7	9,9	12,12	15,15	18,18	22,22	25,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
12	0,0	2,2	5,5	8,8	11,11	14,14	17,17	21,21	24,24	28,28	31,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
13	0,0	2,2	5,5	9,9	12,12	16,16	20,20	23,23	27,27	31,31	35,35	39,39	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
14	0,0	2,2	6,6	10,10	13,13	17,17	22,22	26,26	29,29	34,34	38,38	43,43	47,47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
15	0,0	3,3	7,7	11,11	15,15	19,19	24,24	28,28	33,33	37,37	42,42	47,47	51,51	56,56	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
16	0,0	3,3	7,7	12,12	16,16	21,21	26,26	31,31	36,36	41,41	46,46	51,51	56,56	61,61	66,66	0,0	0,0	0,0	0,0	0
17	0,0	4,4	8,8	13,13	18,18	23,23	28,28	33,33	38,38	44,44	49,49	55,55	60,60	66,66	71,71	77,77	0,0	0,0	0,0	0
18	0,0	4,4	9,9	14,14	19,19	24,24	30,30	36,36	41,41	47,47	53,53	59,59	65,65	70,70	76,76	82,82	88,88	0,0	0,0	0
19	1,1	4,4	9,9	15,15	20,20	26,26	32,32	38,38	44,44	50,50	56,56	63,63	69,69	75,75	82,82	88,88	94,94	101,101	0,0	0
20	1,1	5,5	10,10	16,16	22,22	28,28	34,34	40,40	47,47	53,53	60,60	67,67	73,73	80,80	87,87	93,93	100,100	107,107	114,114	0
21	0,0	0,0	10,10	16,16	22,22	29,29	35,35	42,42	49,49	56,56	63,63	70,70	77,77	84,84	91,91	98,98	105,105	113,113	120,120	127
22	0,0	0,0	10,10	17,17	23,23	30,30	37,37	45,45	52,52	59,59	66,66	74,74	81,81	89,89	96,96	104,104	111,111	119,119	127,127	134
23	0,0	0,0	11,11	18,18	25,25	32,32	39,39	47,47	55,55	62,62	70,70	78,78	86,86	94,94	102,102	109,109	117,117	125,125	133,133	141
24	0,0	0,0	12,12	19,19	26,26	34,34	42,42	49,49	57,57	66,66	74,74	82,82	90,90	98,98	107,107	115,115	123,123	132,132	140,140	149
25	0,0	0,0	112,112	20,20	27,27	35,35	44,44	52,52	60,60	69,69	77,77	86,86	95,95	103,103	112,112	121,121	130,130	138,138	147,147	156



Продовження додатку В

n1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>n2</b>	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,	81,	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,	79,	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 додатку В

	п1	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
п1	41	589,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
п2	42	609,	621,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	43	621,	637,	654,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	44	636,	654,	671,	688,	0,	0,	0,	0,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45	652,	670,	688,	706,	723,	0,	0,	0,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	46	668,	687,	705,	723,	741,	759,	0,	0,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	47	684,	703,	722,	740,	759,	777,	796,	0,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	48	700,	719,	738,	757,	776,	795,	814,	834,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	49	716,	736,	755,	775,	794,	814,	833,	853,	872,	0,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	732,	752,	772,	792,	812,	832,	852,	872,	892,	912,	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	51	748,	769,	789,	809,	830,	850,	870,	891,	911,	932,	952	0,	0	0	0	0	0	0	0	0
	52	764,	785,	806,	827,	847,	868,	889,	910,	931,	951,	972	993,	0	0	0	0	0	0	0	0
	53	780,	802,	823,	844,	865,	886,	908,	929,	950,	971,	993	1014,	1035	0,	0	0	0	0	0	0
	54	796,	818,	840,	861,	883,	905,	926,	948,	970,	991,	1013	1035,	1057	1078,	0	0	0	0	0	0
	55	812,	834,	857,	879,	901,	923,	945,	967,	989,	1011,	1034	1056,	1078	1100,	1122	0,	0	0	0	0
	56	828,	851,	873,	896,	919,	941,	964,	986,	1009,	1031	1054	1077,	1099	1122,	1145	1167,	0,	0	0	0
	57	844,	867,	890,	913,	936,	959,	982,	1005,	1028,	1051,	1074	1098,	1121	1141,	1167	1190,	1213,	0,	0	0
	58	861,	884,	907,	931,	954,	978,	1001,	1024,	1048,	1071,	1095	1118,	1142	1165,	1189	1213,	1236,	1260,	0,	0
	59	877,	900,	924,	948,	972,	996,	1020,	1044,	1068,	1091,	1115	1139,	1163	1187,	1211	1235,	1259,	1283,	1307,	0
	60	893,	917,	941,	965,	990,	1014,	1038,	1063,	1087,	1111	1136	1160,	1185	1209,	1234	1258,	1282,	1307,	1331,	1356

$\alpha = 0,01$

n1	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

n1	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

## Додаток Д

### 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  $T_{емт}$  нижче або дорівнює  $T_{0,05}$ , і тим більше достовірно переважаючим, якщо  $T_{емт}$  нижче або дорівнює  $T_{0,01}$  (за Wilcoxon F. et al., 1963).

n	$\alpha$		n	$\alpha$	
	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

## Додаток Е

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

Зв'язок достовірний, якщо  $r_{sem} \geq r_{s0.05}$ , і тим більше достовірний, якщо  $r_{sem} \geq r_{s0.01}$

n	$\alpha$		n	$\alpha$		n	$\alpha$	
	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

## Додаток Ж

**Величина кута  $\varphi$  (в радіанах) для процентних долей у процесі обчислення критерію  $\varphi^*$  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



%	%, останній десятковий знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
доля	Значення $\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p}$									
17	0,850	0,853	0,855	0,858	0,861	0,863	0,866	0,868	0,871	0,874
18	0,876	0,879	0,881	0,884	0,887	0,889	0,892	0,894	0,897	0,900
19	0,902	0,905	0,907	0,910	0,912	0,915	0,917	0,920	0,922	0,925
20	0,927	0,930	0,932	0,935	0,937	0,940	0,942	0,945	0,947	0,950
21	0,952	0,955	0,957	0,959	0,962	0,964	0,967	0,969	0,972	0,974
22	0,976	0,979	0,981	0,984	0,986	0,988	0,991	0,993	0,996	0,998
23	1,000	1,003	1,005	1,007	1,010	1,012	1,015	1,017	1,019	1,022
24	1,024	1,026	1,029	1,031	1,033	1,036	1,038	1,040	1,043	1,045
25	1,047	1,050	1,052	1,054	1,056	1,059	1,061	1,063	1,066	1,068
26	1,070	1,072	1,075	1,077	1,079	1,082	1,084	1,086	1,088	1,091
27	1,093	1,095	1,097	1,100	1,102	1,104	1,106	1,109	1,111	1,113
28	1,115	1,117	1,120	1,122	1,124	1,126	1,129	1,131	1,133	1,135
29	1,137	1,140	1,142	1,144	1,146	1,148	1,151	1,153	1,155	1,157
30	1,159	1,161	1,164	1,166	1,168	1,170	1,172	1,174	1,177	1,179
31	1,182	1,183	1,185	1,187	1,190	1,192	1,194	1,196	1,198	1,200
32	1,203	1,205	1,207	1,209	1,211	1,213	1,215	1,217	1,220	1,222
33	1,224	1,226	1,228	1,230	1,232	1,234	1,237	1,237	1,241	1,243
34	1,245	1,247	1,249	1,251	1,254	1,256	1,258	1,239	1,262	1,264
35	1,266	1,268	1,270	1,272	1,274	1,277	1,279	1,260	1,283	1,285
36	1,287	1,289	1,291	1,293	1,295	1,297	1,299	1,281	1,304	1,306
37	1,308	1,310	1,312	1,314	1,316	1,318	1,320	1,302	1,324	1,326
39	1,349	1,351	1,353	1,355	1,357	1,359	1,361	1,363	1,365	1,367
40	1,369	1,371	1,374	1,376	1,378	1,380	1,382	1,384	1,386	1,388
41	1,390	1,392	1,394	1,396	1,398	1,400	1,402	1,404	1,406	1,408
42	1,410	1,412	1,414	1,416	1,418	1,420	1,422	1,424	1,426	1,428
43	1,430	1,432	1,434	1,436	1,438	1,440	1,442	1,444	1,446	1,448
44	1,451	1,453	1,455	1,457	1,459	1,461	1,463	1,465	1,467	1,469
45	1,471	1,473	1,475	1,477	1,479	1,481	1,483	1,485	1,487	1,489
46	1,491	1,493	1,495	1,497	1,499	1,501	1,503	1,505	1,507	1,509
47	1,511	1,513	1,515	1,517	1,519	1,521	1,523	1,525	1,527	1,529
48	1,531	1,533	1,535	1,537	1,539	1,541	1,543	1,545	1,547	1,549
49	1,551	1,553	1,555	1,557	1,559	1,561	1,563	1,565	1,567	1,569
50	1,571	1,573	1,575	1,577	1,579	1,581	1,583	1,585	1,587	1,589
51	1,591	1,593	1,595	1,597	1,599	1,601	1,603	1,605	1,607	1,609
52	1,611	1,613	1,615	1,617	1,619	1,621	1,623	1,625	1,627	1,629

%	%, останній десятковий знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення $\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p}$										
53	1,631	1,633	1,635	1,637	1,639	1,641	1,643	1,645	1,647	1,649
54	1,651	1,653	1,655	1,657	1,659	1,661	1,663	1,665	1,667	1,669
55	1,671	1,673	1,675	1,677	1,679	1,681	1,683	1,685	1,687	1,689
56	1,691	1,693	1,695	1,697	1,699	1,701	1,703	1,705	1,707	1,709
57	1,711	1,713	1,715	1,717	1,719	1,721	1,723	1,725	1,727	1,729
58	1,731	1,734	1,736	1,738	1,740	1,742	1,744	1,746	1,748	1,750
59	1,752	1,754	1,756	1,758	1,760	1,762	1,764	1,766	1,768	1,770
60	1,772	1,774	1,776	1,778	1,780	1,782	1,784	1,786	1,789	1,791
61	1,793	1,795	1,797	1,799	1,801	1,803	1,805	1,807	1,809	1,811
62	1,813	1,815	1,817	1,819	1,821	1,823	1,826	1,828	1,830	1,832
63	1,834	1,836	1,838	1,840	1,842	1,844	1,846	1,848	1,850	1,853
64	1,855	1,857	1,859	1,861	1,863	1,865	1,867	1,869	1,871	1,873
65	1,875	1,878	1,880	1,882	1,884	1,886	1,888	1,890	1,892	1,894
66	1,897	1,899	1,901	1,903	1,905	1,907	1,909	1,911	1,913	1,916
67	1,918	1,920	1,922	1,924	1,926	1,928	1,930	1,933	1,935	1,937
68	1,939	1,941	1,943	1,946	1,948	1,950	1,952	1,954	1,956	1,958
69	1,961	1,963	1,965	1,967	1,969	1,971	1,974	1,976	1,978	1,980
70	1,982	1,984	1,987	1,989	1,991	1,993	1,995	1,998	2,000	2,002
71	2,004	2,006	2,009	2,011	2,013	2,015	2,018	2,020	2,022	2,024
72	2,026	2,029	2,031	2,033	2,035	2,038	2,040	2,042	2,044	2,047
73	2,049	2,051	2,053	2,056	2,058	2,060	2,062	2,065	2,067	2,069
74	2,071	2,074	2,076	2,078	2,081	2,083	2,085	2,087	2,090	2,092
75	2,094	2,097	2,099	2,101	2,104	2,106	2,108	2,111	2,113	2,115
76	2,118	2,120	2,122	2,125	2,127	2,129	2,132	2,134	2,136	2,139
77	2,141	2,144	2,146	2,148	2,151	2,153	2,156	2,158	2,160	2,163
78	2,165	2,168	2,170	2,172	2,175	2,177	2,180	2,182	2,185	2,187
79	2,190	2,192	2,194	2,197	2,199	2,202	2,204	2,207	2,209	2,212
80	2,214	2,217	2,219	2,222	2,224	2,227	2,229	2,231	2,234	2,237
81	2,240	2,242	2,245	2,247	2,250	2,252	2,255	2,258	2,260	2,263
82	2,265	2,268	2,271	2,273	2,276	2,278	2,281	2,284	2,286	2,289
83	2,292	2,294	2,297	2,300	2,302	2,305	2,308	2,310	2,313	2,316
84	2,319	2,321	2,324	2,327	2,330	2,332	2,335	2,338	2,341	2,343
85	2,346	2,349	2,352	2,355	2,357	2,360	2,363	2,366	2,369	2,372
86	2,375	2,377	2,380	2,383	2,386	2,389	2,392	2,395	2,398	2,401
87	2,404	2,407	2,410	2,413	2,416	2,419	2,422	2,425	2,428	2,431

%	%, останній десятковий знак									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Значення $\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p}$										
88	2,434	2,437	2,440	2,443	2,447	2,450	2,453	2,456	2,459	2,462
89	2,465	2,469	2,472	2,475	2,478	2,482	2,485	2,488	2,491	2,495
90	2,498	2,501	2,505	2,508	2,512	2,515	2,518	2,522	2,525	2,529
91	2,532	2,536	2,539	2,543	2,546	2,550	2,554	2,557	2,561	2,564
92	2,568	2,572	2,575	2,579	2,583	2,587	2,591	2,594	2,598	2,602
93	2,606	2,610	2,614	2,618	2,622	2,626	2,630	2,634	2,638	2,642
94	2,647	2,651	2,665	2,659	2,664	2,668	2,673	2,677	2,681	2,686
95	2,691	2,295	2,700	2,705	2,709	2,714	2,719	2,724	2,729	2,734
96	2,739	2,744	2,749	2,754	2,760	2,765	2,771	2,776	2,782	2,788
97	2,793	2,799	2,805	2,811	2,818	2,824	2,830	2,837	2,844	2,851
98	2,858	2,865	2,872	2,880	2,888	2,896	2,904	2,913	2,922	2,931
99,0	2,941	2,942	2,943	2,944	2,945	2,946	2,948	2,949	2,950	2,951
99,1	2,952	2,953	2,954	2,955	2,956	2,957	2,958	2,959	2,960	2,961
99,2	2,963	2,964	2,965	2,966	2,967	2,968	2,969	2,971	2,972	2,973
99,3	2,974	2,975	2,976	2,978	2,979	2,980	2,981	2,983	2,984	2,985
99,4	2,987	2,988	2,989	2,990	2,992	2,993	2,995	2,996	2,997	2,999
99,5	3,000	3,002	3,003	3,004	3,006	3,007	3,009	3,010	3,012	3,013
99,6	3,015	3,017	3,018	3,020	3,022	3,023	3,025	3,027	3,028	3,030
99,7	3,032	3,034	3,036	3,038	3,040	3,041	3,044	3,046	3,048	3,050
99,8	3,052	3,054	3,057	3,059	3,062	3,064	3,067	3,069	3,072	3,075
99,9	3,078	3,082	3,085	3,089	3,093	3,097	3,101	3,107	3,113	3,122
100	3,142									

**Додаток 3**  
**Рівні статистичної значущості різних значень**  
**критерію  $\varphi^*$  Фішера**

За одержаним значенням  $\varphi_{емт}^*$  визначається рівень значущості різниці відсоткових часток.

$\alpha \leq 1$   $\alpha$  рівне або менше (останній  
десятковий знак)

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>0,00</b>	2,91	2,81	2,70	2,62	2,5	2,49	2,44	2,39	2,35	
<b>0,01</b>	2,31	2,28	2,25	2,22	2,19	2,16	2,14	2,11	2,09	2,07
<b>0,02</b>	2,05	2,03	2,01	1,99	1,97	1,96	1,94	1,92	1,91	1,89
<b>0,03</b>	1,88	1,86	1,85	1,84	1,82	1,81	1,80	1,79	1,77	1,76
<b>0,04</b>	1,75	1,74	1,73	1,72	1,71	1,70	1,68	1,67	1,66	1,65
<b>0,05</b>	1,64	1,64	1,63	1,62	1,61	1,60	1,59	1,58	1,57	1,56
<b>0,06</b>	1,56	1,55	1,54	1,53	1,52	1,52	1,51	1,50	1,49	1,48
<b>0,07</b>	1,48	1,47	1,46	1,46	1,45	1,44	1,43	1,43	1,42	1,41
<b>0,08</b>	1,41	1,40	1,39	1,39	1,38	1,37	1,37	1,36	1,36	1,35
<b>0,09</b>	1,34	1,34	1,33	1,32	1,32	1,31	1,31	1,30	1,30	1,29
<b>0,10</b>	1,29									

## Додаток И

### Критичні значення критерію $\chi^2$ для рівнів статистичної значущості $\alpha \leq 0,05$ і $\alpha \leq 0,01$ за різної кількості ступенів свободи

Різниця між двома розподілами може вважатися достовірною, якщо  $\chi_{емт}^2$  досягає або перевищує  $\chi_{0,05}^2$ , і тим більше достовірною, якщо  $\chi_{емт}^2$  досягає або перевищує  $\chi_{0,01}^2$ .

	$\alpha$			$\alpha$			$\alpha$	
<b>v</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>v</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>	<b>v</b>	<b>0,05</b>	<b>0,01</b>
1	3,841	6,635	35	49,802	57,342	69	89,391	99,227
2	5,991	9,210	36	50,998	58,619	70	90,631	100,425
3	7,815	11,345	37	52,192	59,892	71	91,670	101,621
4	9,448	13,227	38	53,384	61,162	72	92,808	102,816
5	11,070	15,086	39	54,572	62,428	73	93,945	104,010
6	12,592	16,812	40	55,758	63,691	74	95,081	105,202
7	14,067	18,475	41	56,942	64,950	75	96,217	106,393
8	15,507	20,090	42	58,124	66,206	76	97,351	107,582
9	16,919	21,666	43	59,304	67,459	77	98,484	108,771
10	18,307	23,209	44	60,481	68,709	78	99,617	109,958
11	19,675	24,725	45	61,656	69,957	79	100,749	111,144
12	21,026	26,217	46	62,830	71,201	80	101,879	112,329
13	22,362	27,688	47	64,001	72,443	81	103,010	113,512
14	23,685	29,141	48	65,171	73,683	82	104,139	114,695
15	24,996	30,578	49	66,339	74,919	83	105,267	115,876
16	26,296	32,000	50	67,505	76,154	84	106,395	117,057
17	27,587	33,409	51	68,669	77,386	85	107,522	118,236
18	28,869	34,805	52	69,832	78,616	86	108,648	119,414
19	30,144	36,191	53	70,993	79,843	87	109,773	120,591
20	31,410	37,566	54	72,153	81,069	88	110,898	121,767
21	32,671	38,932	55	73,311	82,292	89	112,022	122,942
22	33,924	40,289	56	74,468	83,513	90	113,145	124,116
23	35,172	41,638	57	75,624	84,733	91	114,268	125,289
24	36,415	42,980	58	76,778	85,950	92	115,390	126,462
25	37,652	44,314	59	77,931	87,166	93	116,511	127,633
26	38,885	45,642	60	79,082	88,379	94	117,632	128,803
27	40,113	46,963	61	80,232	89,591	95	118,752	129,973
28	41,337	48,278	62	81,381	90,802	96	119,871	131,141
29	42,557	49,588	63	82,529	92,010	97	120,990	132,309
30	43,773	50,892	64	83,675	93,217	98	122,108	133,476
31	44,985	52,191	65	84,821	94,422	99	123,225	134,642
32	46,194	53,486	66	85,965	95,626	100	124,342	135,807
33	47,400	54,776	67	87,108	96,828			
34	48,602	56,061	68	88,250	98,028			

## Додаток К

### Критичні значення критерію тенденцій S-Джонкіра для кількості груп ( $c$ ) від трьох до шести ( $3 \leq c \leq 6$ ) і кількості досліджуваних у кожній групі від двох до десяти ( $2 \leq n \leq 10$ )

Тенденція є достовірною, якщо  $S_{емт}$  досягає  $S_{0,05}$  або перевищує його ( $\alpha \leq 0,05$ ), і тим більше достовірною, якщо  $S_{емт}$  досягає  $S_{0,01}$  або перевищує його ( $\alpha \leq 0,01$ ) (за Greene J., D'Olivera M., 1989).

$c$	$n$								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\alpha = 0,05$									
3	10	17	24	33	42	53	64	76	88
4	14	26	38	51	66	82	100	118	138
5	20	34	51	71	92	115	140	166	194
6	26	44	67	93	121	151	184	219	256
$\alpha = 0,01$									
3	0	23	32	45	59	74	90	106	124
4	20	34	50	71	92	115	140	167	195
5	26	48	72	99	129	162	197	234	274
6	34	62	94	130	170	213	260	309	361

## Додаток Л

### Критичне значення критерію тенденцій L Пейджа для кількості умов від трьох до шести ( $3 \leq C \leq 6$ ) і кількості досліджуваних від двох до дванадцяти ( $2 \leq n \leq 12$ )

Тенденція є достовірною, якщо  $L_{\text{емт}}$  досягає або перевищує  $L_{0,05}$ , і тим більше достовірною, якщо  $L_{\text{емт}}$  досягає або перевищує  $L_{0,01}$  (за Greene J., D'Olivera M., 1989).

C (кількість умов)

п	3	4	5	6	а
2	0	0	109	178	0,001
	0	60	106	173	0,01
	28	58	103	166	0,05
3	0	89	160	260	0,001
	42	87	155	252	0,01
	41	84	150	244	0,05
4	56	117	210	341	0,001
	55	114	204	331	0,01
	54	111	197	321	0,05
5	70	145	259	420	0,001
	68	141	251	409	0,01
	66	137	244	397	0,05
6	83	172	307	499	0,001
	81	167	299	486	0,01
	79	163	291	474	0,05
7	96	198	355	577	0,001
	93	193	346	563	0,01
	91	189	338	550	0,05
8	109	225	403	655	0,001
	106	220	393	640	0,01
	104	214	384	625	0,05
9	121	252	451	733	0,001
	119	246	441	717	0,01
	116	240	431	701	0,05
10	134	278	499	811	0,001
	131	272	487	793	0,01
	128	266	477	777	0,05
11	147	305	546	888	0,001
	144	298	534	869	0,01
	141	292	523	852	0,05
12	160	331	593	965	0,001
	156	324	581	946	0,01
	153	317	570	928	0,05

### Додаток М

**Критичне значення критерію F-Фішера для рівнів статистичної значущості  $\alpha \leq 0,05$  і  $\alpha \leq 0,01$ : df1 – кількість ступенів свободи в чисельнику, df2 – кількість ступенів свободи в знаменнику (за Snedecor G.V., 1956)**

Вплив чинника або взаємодії чинників достовірний, якщо  $F_{емт}$  рівне або більше критичного значення  $F_{0,05}$ , і тим більше достовірний, якщо  $F_{емт} \geq F_{0,01}$ .

df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
df2	$\alpha \leq 0,05$											
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,4	19,41
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,65	2,59	2,54
14	4,60	3,74	3,34	з,п	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,62	2,55	2,48	2,43	2,38	2,34	2,31
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,31	2,28
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,28	2,25
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,47	2,40	2,35	2,30	2,26	2,23
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,45	2,38	2,32	2,28	2,24	2,20
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,43	2,36	2,30	2,26	2,22	2,18
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,41	2,34	2,28	2,24	2,20	2,16
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,30	2,25	2,20	2,16	2,13
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,14	2,10
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	2,12	2,09
32	4,15	3,30	2,90	2,67	2,51	2,40	2,32	2,25	2,19	2,14	2,10	2,07
34	4,13	3,28	2,88	2,65	2,49	2,38	2,30	2,23	2,17	2,14	2,08	2,05
36	4,11	3,26	2,86	2,63	2,48	2,36	2,29	2,21	2,15	2,11	2,06	2,03
38	4,10	3,25	2,85	2,62	2,46	2,35	2,26	2,19	2,14	2,09	2,05	2,02
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,07	2,04	2,00



## Продовження додатку М

df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
df2	$\alpha \leq 0,05$											
42	4,07	3,22	2,83	2,59	2,44	2,32	2,24	2,17	2,11	2,06	2,02	1,99
44	4,06	3,21	2,82	2,58	2,43	2,31	2,23	2,16	2,10	2,05	2,01	1,98
46	4,05	3,20	2,81	2,57	2,42	2,31	2,22	2,14	2,09	2,04	2,00	1,97
48	4,04	3,19	2,80	2,56	2,41	2,30	2,21	2,14	2,08	2,03	1,99	1,96
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,02	1,98	1,95
55	4,02	3,17	2,78	2,54	2,38	2,27	2,18	2,11	2,05	2,00	1,97	1,93
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92
65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,36	2,24	2,15	2,08	2,02	1,98	1,94	1,90
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,14	2,07	2,01	1,97	1,93	1,89
80	3,96	3,13	2,72	2,48	2,33	2,21	2,12	2,05	1,99	1,95	1,91	1,88
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,10	2,03	1,97	1,92	1,88	1,85
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,08	2,07	1,95	1,90	1,86	1,83
150	3,91	3,06	2,67	2,43	2,27	2,16	2,07	2,00	1,94	1,89	1,85	1,82
200	3,89	3,04	2,65	2,41	2,26	2,14	2,05	1,98	1,92	1,87	1,83	1,80
400	3,86	3,02	2,62	2,39	2,23	2,12	2,03	1,96	1,90	1,85	1,81	1,78
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	2,02	1,95	1,89	1,84	1,80	1,76
df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
df2	$\alpha \leq 0,01$											
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6082	6106
2	98,49	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,37	99,39	99,40	99,41	99,42
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,13	27,05
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,45	14,37
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,29	10,15	10,05	9,96	9,89
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,54	6,47
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,74	5,67
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,78	4,71
11	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,61	3,55
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,45
18	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,85	3,71	3,60	3,51	3,44	3,37
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,36	3,30
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	3,30	3,23
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,65	3,51	3,40	3,31	3,24	3,17
22	7,94	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,18	3,12
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,14	3,07
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,25	3,17	3,09	3,03
25	7,77	5,77	4,68	4,18	3,86	3,63	3,46	3,32	3,21	3,13	3,05	2,99
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,17	3,09	3,02	2,96
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,79	3,56	3,39	3,26	3,14	3,06	2,98	2,93
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,76	3,53	3,36	3,23	3,11	3,03	2,95	2,90

df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
df2	$\alpha \leq 0,01$											
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,08	3,00	2,92	2,87
30	7,56	5,39	4,51	4,02	4,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,90	2,84
32	7,50	5,34	4,46	3,97	3,66	3,42	3,25	3,12	3,01	2,94	2,86	2,80
34	7,44	5,29	4,42	3,93	3,61	3,38	3,21	3,08	2,97	2,89	2,82	2,76
36	7,39	5,25	4,38	3,89	3,58	3,35	3,18	3,04	2,94	2,86	2,78	2,72
38	7,35	5,21	4,34	3,86	3,54	3,32	3,15	3,02	2,91	2,82	2,75	2,69
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,88	2,80	2,73	2,66
42	7,27	5,15	4,29	3,80	3,49	3,26	3,10	2,96	2,86	2,77	2,70	2,64
44	7,24	5,12	4,26	3,78	3,46	3,24	3,07	2,96	2,84	2,75	2,68	2,62
46	7,21	5,10	4,24	3,76	3,44	3,22	3,05	2,92	2,82	2,73	2,66	2,60
48	7,19	5,08	4,22	3,74	3,42	3,20	3,04	2,90	2,80	2,71	2,64	2,58
50	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,18	3,02	2,88	2,78	2,70	2,62	2,56
55	7,12	5,01	4,16	3,68	3,37	3,15	2,98	2,85	2,75	2,66	2,59	2,53
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,50
65	7,04	4,95	4,10	3,62	3,31	3,09	2,93	2,79	2,70	2,61	2,54	2,47
70	7,01	4,92	4,08	3,60	3,29	3,07	2,91	2,77	2,67	2,59	2,51	2,45
80	6,96	4,88	4,04	3,56	3,25	3,04	2,87	2,74	2,64	2,55	2,48	2,41
100	6,90	4,82	3,98	3,51	3,20	2,99	2,82	2,69	2,59	2,51	2,43	2,36
125	6,84	4,78	3,94	3,47	3,17	2,95	2,79	2,65	2,56	2,47	2,40	2,33
150	6,81	4,75	3,91	3,44	3,14	2,92	2,76	2,62	2,53	2,44	2,37	2,30
200	6,76	4,71	3,88	3,41	3,11	2,90	2,73	2,60	2,50	2,41	2,34	2,28
400	6,70	4,66	3,83	3,36	3,06	2,85	2,69	2,55	2,46	2,37	2,29	2,23
1000	6,66	4,62	3,80	3,34	3,04	2,82	2,66	2,53	2,43	2,34	2,26	2,20

df1	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$
df2	$\alpha \leq 0,05$											
1	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254
2	19,42	19,43	19,44	19,45	19,46	19,47	19,47	19,48	19,49	19,49	19,50	19,50
3	8,71	8,69	8,66	8,64	8,62	8,60	8,58	8,57	8,56	8,54	8,54	8,53
4	5,87	5,84	5,80	5,77	5,74	5,71	5,70	5,68	5,66	5,65	5,64	5,63
5	4,64	4,60	4,56	4,53	4,50	4,46	4,44	4,42	4,40	4,38	4,37	4,36
6	3,96	3,92	3,87	3,84	3,81	3,77	3,75	3,72	3,71	3,69	3,68	3,67
7	3,53	3,49	3,44	3,41	3,38	3,34	3,32	3,29	3,28	3,25	3,24	3,23
8	3,23	3,20	3,15	3,12	3,08	3,05	3,03	3,00	2,98	2,96	2,94	2,93
9	3,02	2,98	2,93	2,90	2,86	2,82	2,89	2,77	2,76	2,73	2,72	2,71
10	2,86	2,82	2,77	2,74	2,70	2,67	2,64	2,61	2,59	2,56	2,55	2,54
11	2,74	2,70	2,65	2,61	2,57	2,53	2,50	2,47	2,45	2,42	2,41	2,40
12	2,64	2,60	2,54	2,50	2,46	2,42	2,40	2,36	2,35	2,32	2,31	2,30
13	2,55	2,51	2,46	2,42	2,38	2,34	2,32	2,28	2,26	2,24	2,22	2,21
14	2,48	2,44	2,39	2,35	2,31	2,27	2,24	2,21	2,19	2,16	2,14	2,13
15	2,43	2,39	2,33	2,29	2,25	2,21	2,18	2,15	2,12	2,10	2,08	2,07
16	2,37	2,33	2,28	2,24	2,20	2,16	2,13	2,09	2,07	2,04	2,02	2,01
17	2,33	2,29	2,23	2,19	2,15	2,11	2,08	2,04	2,02	1,99	1,97	1,96

df1	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$
df2	$\alpha \leq 0,05$											
18	2,29	2,25	2,19	2,15	2,11	2,07	2,04	2,00	1,98	1,95	1,93	1,92
19	2,26	2,21	2,15	2,11	2,07	2,02	2,00	1,96	1,94	1,91	1,90	1,88
20	2,23	2,18	2,12	2,08	2,04	1,99	1,96	1,92	1,90	1,87	1,85	1,84
21	2,20	2,15	2,09	2,05	2,00	1,96	1,93	1,89	1,87	1,84	1,82	1,81
22	2,18	2,13	2,07	2,03	1,98	1,93	1,91	1,87	1,84	1,81	1,80	1,78
23	2,14	2,10	2,04	2,00	1,96	1,91	1,88	1,84	1,82	1,79	1,77	1,76
24	2,13	2,09	2,02	1,98	1,94	1,89	1,86	1,82	1,80	1,76	1,74	1,73
25	2,11	2,06	2,00	1,96	1,92	1,87	1,84	1,80	1,77	1,74	1,72	1,71
26	2,10	2,05	1,99	1,95	1,90	1,85	1,82	1,78	1,76	1,72	1,70	1,69
27	2,08	2,03	1,97	1,93	1,88	1,84	1,80	1,76	1,74	1,71	1,68	1,67
28	2,06	2,02	1,96	1,91	1,87	1,81	1,78	1,75	1,72	1,69	1,67	1,65
29	2,05	2,00	1,94	1,90	1,85	1,80	1,77	1,73	1,71	1,68	1,65	1,64
30	2,04	1,99	1,93	1,89	1,84	1,79	1,76	1,72	1,69	1,66	1,64	1,62
32	2,02	1,97	1,91	1,86	1,82	1,76	1,74	1,69	1,67	1,64	1,61	1,59
34	2,00	1,95	1,89	1,84	1,80	1,74	1,71	1,67	1,64	1,61	1,59	1,57
36	1,98	1,93	1,87	1,82	1,78	1,72	1,69	1,65	1,62	1,59	1,56	1,55
38	1,96	1,92	1,85	1,80	1,76	1,71	1,67	1,63	1,60	1,57	1,54	1,53
40	1,95	1,90	1,84	1,79	1,74	1,69	1,66	1,61	1,59	1,55	1,53	1,51
42	1,94	1,89	1,82	1,78	1,73	1,68	1,64	1,60	1,57	1,54	1,51	1,49
44	1,92	1,88	1,81	1,76	1,72	1,66	1,63	1,58	1,56	1,52	1,50	1,48
46	1,91	1,87	1,80	1,75	1,71	1,65	1,62	1,57	1,54	1,51	1,48	1,46
48	1,90	1,86	1,79	1,74	1,70	1,64	1,61	1,56	1,53	1,50	1,47	1,45
50	1,88	1,85	1,78	1,74	1,69	1,63	1,60	1,55	1,52	1,48	1,46	1,44
55	1,86	1,83	1,76	1,72	1,67	1,61	1,58	1,52	1,50	1,46	1,43	1,41
60	1,85	1,81	1,75	1,70	1,65	1,59	1,56	1,50	1,48	1,44	1,41	1,39
65	1,84	1,80	1,73	1,68	1,63	1,57	1,54	1,49	1,46	1,42	1,39	1,37
70	1,82	1,79	1,72	1,67	1,62	1,56	1,53	1,47	1,45	1,40	1,37	1,35
80	1,79	1,77	1,70	1,65	1,60	1,54	1,51	1,45	1,42	1,38	1,35	1,32
100	1,77	1,75	1,68	1,63	1,57	1,51	1,48	1,42	1,39	1,34	1,30	1,28
125	1,76	1,72	1,65	1,60	1,55	1,49	1,45	1,39	1,36	1,31	1,27	1,25
150	1,74	1,71	1,64	1,59	1,54	1,47	1,44	1,37	1,34	1,29	1,25	1,22
200	1,72	1,69	1,62	1,57	1,52	1,45	1,42	1,35	1,32	1,26	1,22	1,19
400	1,70	1,67	1,60	1,54	1,49	1,42	1,38	1,32	1,28	1,22	1,16	1,13
1000	1,69	1,65	1,58	1,53	1,47	1,41	1,36	1,30	1,26	1,19	1,13	1,08

df1	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$
df2	$\alpha \leq 0,01$											
1	6142	6169	6208	6234	6261	6286	6302	6323	6334	6352	6361	6366
2	99,43	99,44	99,45	99,46	99,47	99,48	99,48	99,49	99,49	99,49	99,50	99,50
3	26,92	26,83	26,69	26,60	26,50	26,41	26,35	26,27	26,23	26,18	26,14	26,12
4	14,24	14,15	14,02	13,93	13,83	13,74	13,69	13,61	13,57	13,52	13,48	13,46
5	9,77	9,68	9,55	9,47	9,38	9,29	9,24	9,17	9,13	9,07	9,04	9,02
6	7,60	7,52	7,39	7,31	7,23	7,14	7,09	7,02	6,99	6,94	6,90	6,88
7	6,35	6,27	6,15	6,07	5,98	5,90	5,85	5,78	5,75	5,70	5,67	5,65
8	5,56	5,48	5,36	5,28	5,20	5,11	5,06	5,00	4,96	4,91	4,88	4,86
9	5,00	4,92	4,80	4,73	4,64	4,56	4,51	4,45	4,41	4,36	4,33	4,31
10	4,60	4,52	4,41	4,33	4,25	4,17	4,12	4,05	4,01	3,96	3,93	3,91
11	4,29	4,21	4,10	4,02	3,94	3,86	3,80	3,74	3,70	3,66	3,62	3,60
12	4,05	3,98	3,86	3,78	3,70	3,61	3,56	3,49	3,46	3,41	3,38	3,36
13	3,85	3,78	3,67	3,59	3,51	3,42	3,37	3,30	3,27	3,21	3,18	3,16
14	3,70	3,62	3,51	3,43	3,34	3,26	3,21	3,14	<i>з, n</i>	3,06	3,02	3,00
15	3,56	3,48	3,36	3,29	3,20	3,12	3,07	3,00	2,97	2,92	2,89	2,87
16	3,45	3,37	3,25	3,18	3,10	3,01	2,96	2,98	2,86	2,80	2,77	2,75
17	3,35	3,27	3,16	3,08	3,00	2,92	2,86	2,79	2,76	2,70	2,67	2,65
18	3,27	3,19	3,07	3,00	2,91	2,83	2,78	2,71	2,68	2,62	2,59	2,57
19	3,19	3,12	3,00	2,92	2,84	2,76	2,70	2,63	2,60	2,54	2,51	2,49
20	3,13	3,05	2,94	2,86	2,77	2,69	2,63	2,56	2,53	2,47	2,44	2,42
21	3,07	2,99	2,88	2,80	2,72	2,63	2,58	2,51	2,47	2,42	2,38	2,36
22	3,02	2,94	2,83	2,75	2,67	2,58	2,53	2,46	2,42	2,37	2,33	2,31
23	2,97	2,89	2,78	2,70	2,62	2,53	2,48	2,41	2,37	2,32	2,28	2,26
24	2,93	2,85	2,74	2,66	2,58	2,49	2,44	2,36	2,33	2,27	2,23	2,21
25	2,89	2,81	2,70	2,62	2,54	2,45	2,40	2,32	2,29	2,23	2,19	2,17
26	2,86	2,77	2,66	2,58	2,50	2,41	2,36	2,28	2,25	2,19	2,15	2,13
27	2,83	2,74	2,63	2,55	2,47	2,38	2,33	2,25	2,21	2,16	2,12	2,10
28	2,80	2,71	2,60	2,52	2,44	2,35	2,30	2,22	2,18	2,13	2,09	2,06
29	2,77	2,68	2,57	2,49	2,41	2,32	2,27	2,19	2,15	2,10	2,06	2,03
30	2,74	2,66	2,55	2,47	2,38	2,29	2,24	2,16	2,13	2,07	2,03	2,01
32	2,70	2,62	2,51	2,42	2,34	2,25	2,20	2,12	2,08	2,02	1,98	1,96
34	2,66	2,58	2,47	2,38	2,30	2,21	2,15	2,08	2,04	1,98	1,94	1,91
36	2,62	2,54	2,43	2,35	2,26	2,17	2,12	2,04	2,00	1,94	1,90	1,87
38	2,59	2,51	2,40	2,32	2,22	2,14	2,08	2,00	1,97	1,90	1,86	1,84
40	2,56	2,49	2,37	2,29	2,20	2,11	2,05	1,97	1,94	1,88	1,84	1,81
42	2,54	2,46	2,35	2,26	2,17	2,08	2,02	1,94	1,91	1,85	1,80	1,78

## Продовження додатку М

df1	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	$\infty$
df2	$\alpha \leq 0,01$											
44	2,52	2,44	2,32	2,24	2,15	2,06	2,00	1,92	1,88	1,82	1,78	1,75
46	2,50	2,42	2,30	2,22	2,13	2,04	1,98	1,90	1,86	1,80	1,76	1,72
48	2,48	2,40	2,28	2,20	2,11	2,02	1,96	1,88	1,84	1,78	1,73	1,70
50	2,46	2,39	2,26	2,18	2,10	2,00	1,94	1,86	1,82	1,76	1,71	1,68
55	2,43	2,33	2,23	2,15	2,06	1,96	1,90	1,82	1,78	1,71	1,66	1,64
60	2,40	2,32	2,20	2,12	2,03	1,93	1,87	1,79	1,74	1,68	1,63	1,60
65	2,37	2,30	2,18	2,09	2,00	1,90	1,84	1,76	1,71	1,64	1,60	1,56
70	2,35	2,28	2,15	2,07	1,98	1,88	1,82	1,74	1,69	1,62	1,56	1,53
80	2,32	2,24	2,11	2,03	1,94	1,84	1,78	1,70	1,65	1,57	1,52	1,49
100	2,26	2,19	2,06	1,98	1,89	1,79	1,73	1,64	1,59	1,51	1,46	1,43
125	2,23	2,15	2,03	1,94	1,85	1,75	1,68	1,59	1,54	1,46	1,40	1,37
150	2,20	2,12	2,00	1,91	1,83	1,72	1,66	1,56	1,51	1,43	1,37	1,33
200	2,17	2,09	1,97	1,88	1,79	1,69	1,62	1,53	1,48	1,39	1,33	1,28
400	2,12	2,04	1,92	1,84	1,74	1,64	1,57	1,47	1,42	1,32	1,24	1,19
1000	2,09	2,01	1,89	1,81	1,71	1,61	1,54	1,44	1,38	1,28	1,19	1,11

## СЛОВНИК

### Б

**Біржова діаграма** (*Stock*) – діаграма дуже вузько направлена і використовується, як правило, для відтворення зміни курсу акцій у часі. У процесі введення даних для біржової діаграми необхідно розмістити дані в послідовності, що вказана внизу діалогового вікна Тип діаграми.

**Бульбашкова діаграма** (*Bubble*) – діаграма дозволяє відтворити на площині дані із трьох значень. Перші два значення відтворюються по осі категорій (X) і по осі значень (Y), а третє значення розміром пухирця. Тому, для побудови таких діаграм використовуються дані, що складаються з трьох рядків або трьох стовпців.

### В

**Вісь** (*Axis*) – лінія, яка має шкалу для нанесення значень і часто задає межу діаграми.

### Г

**Гістограма** (*Column*) або стовпчата діаграма – як правило, використовуються для аналізу змін різних чинників із часом. У діаграмах даного типу як маркери використовуються вертикальні стовпці, що позначають величини конкретних чинників у визначений момент часу. Як маркери об'ємних гістограм використовуються паралелепіпеди. Ці формати гістограм застосовуються для тих же типів даних, що і плоскі.

**Графік** (*Line*) – відтворює залежність даних (вісь Y) від величини, що змінюється з постійним кроком (вісь X). Якщо крок зміни величини не постійний, то для графічного відтворення даних варто використовувати

точкову діаграму. Графіки дуже зручні під час демонстрації тенденцій зміни будь-якого чинника у часі.

## Д

**Діаграма з областями (Area)** – на відміну від графіків дозволяє простежити безперервну зміну суми значень усіх рядів даних і внесок кожного ряду в дану суму.

**Діаграма програми Excel** – це графічне представлення даних, які розміщені на робочому аркуші. Діаграма складається із елементів. У процесі переміщення покажчика миші по діаграмі біля нього з'являється спливаюча підказка, що вказує на тип елемента, поруч із яким знаходиться покажчик миші, або відтворюється ряд даних і значення точки даних. Кожний із елементів діаграми можна виділяти і змінювати окремо.

## К

**Кільцева діаграма (Doughnut)** – це діаграма, що використовує той же тип даних, що і кругова, наприклад, відсотковий вклад у загальну суму кожного джерела прибутку. Однак, на відміну від кругової діаграми, на ній можна представити два і більш ряди даних. Частина кільцевої діаграми можуть бути висунуті із загального кола, щоб дати більш точне представлення про їхнє відсоткове співвідношення.

**Коефіцієнт асоціації за Пірсоном (для дихотомічних змінних)** – використовується для визначення тісноти зв'язку між дихотомічними змінними.

**Коефіцієнт взаємної зв'язаності за Чупровим** – використовується для оцінки ступеня зв'язку між якісними ознаками, що мають кількість градацій більше двох. Побудований на порівнянні емпіричних частот  $f$  з тими

частотами  $\hat{f}$ , які були б у комірках кореляційної таблиці, якби порівнювані ознаки були взаємно незалежними.

**Коефіцієнт кореляції рангів за Спірменом** – використовується для визначення тісноти зв'язку між ознаками в разі їх кількісного подання.

**Кореляційне відношення Пірсона** – лінійний коефіцієнт кореляції є мірою тісноти зв'язку за лінійного зв'язку між ознаками X і Y. У разі криволінійного зв'язку користуватися лінійним коефіцієнтом кореляції як мірою тісноти зв'язку не завжди можна. Тоді використовують кореляційне відношення Пірсона.

**Кореляція (ймовірнісний зв'язок)** – коли кожному значенню однієї ознаки відповідає декілька більш менш відмінних значень іншої ознаки.

**Критерій тенденцій Джонкіра (S-критерій)** – призначений для виявлення тенденцій зміни ознаки в процесі переходу від вибірки до вибірки під час зіставлення трьох і більше вибірок. Критерій S дозволяє упорядкувати обстежені вибірки, за якою-небудь ознакою, наприклад за креативністю, фрустраційною толерантністю, гнучкістю і т.п.

**Критерій Манна-Уїтні (U-критерій)** – призначений для оцінки відмінностей між двома вибірками за рівнем, якої-небудь ознаки, кількісно вимірної. На відміну від критерію t-Стюдента він дозволяє виявляти відмінності між малими вибірками.

**Критерій тенденцій Пейджа (L-критерій)** – застосовується для зіставлення показників, вимірних у трьох і більше умовах на одній і тій же вибірці випробовуваних. Критерій дозволяє виявити тенденції в зміні величин ознаки в процесі переходу від умови до умови; дозволяє перевірити припущення психолога про певну вікову або ситуативно обумовлену динаміку тих або інших ознак. Він дозволяє об'єднати декілька проведених вимірів єдиною гіпотезою про тенденцію зміни значень ознаки в процесі переходу від виміру до виміру.



**Критерій *t*-Стьюдента (Госсета)** – застосовується для порівняння двох вибірок за рівнем будь-якої ознаки, кількісно вимірної.

**Критерій узгодженості розподілів  $\chi^2$ - Пірсона** – застосовується у двох випадках: 1) для зіставлення емпіричного розподілу ознаки з теоретичним – рівномірним, нормальним або іншим розподілом; 2) для зіставлення двох, трьох або більше емпіричних розподілів однієї і тієї ж ознаки. Критерій  $\chi^2$  дає відповідь на питання, чи з однаковою частотою зустрічаються різні значення ознаки в емпіричному і теоретичному розподілах або в двох емпіричних розподілах.

**Кругова діаграма (Pie)** – показує співвідношення частин, що в сумі складають 100%. Такі діаграми можна побудувати тільки по одному ряду даних. Даний тип діаграм дуже зручний, наприклад, під час відтворення внеску в загальну суму кожного джерела прибутку у відсотках. Найчастіше їх використовують під час проведення презентацій, коли потрібно одержати тільки загальне представлення про об'єкт, що був досліджений. Сектори кругової діаграми можна висувати із загального кола, додавати до них числа відсоткового вкладу в загальну суму. Об'ємні кругові діаграми додають звітам та презентаціям велику наочність.

**Кутове перетворення Фішера (критерій  $\phi^*$ )** – призначений для зіставлення двох вибірок за частотою ефекту, що зустрічається. Критерій оцінює достовірність відмінностей між процентними долями двох вибірок, в яких зареєстрований ефект, що цікавить дослідника. Суть кутового перетворення Фішера полягає в переводі процентних долей у величини центрального кута, що вимірюється в радіанах. Більшій процентній долі відповідатиме більший кут, а меншій долі – менший кут  $\phi = 2 * \arcsin(\sqrt{P})$ , де  $P$  – процентна доля, виражена в долях одиниці. Чим більша величина  $\phi^*$ , тим більш ймовірно, що відмінності достовірні.

## Л

**Легенда (Legend)** – умовне позначення для розпізнання рядів даних: значок, візерунок або колір. Мітка легенди має ту ж назву, що і відповідний ряд даних.

**Лінійний коефіцієнт кореляції за Пірсоном** – у процесі вивчення тісноти зв'язку між двома взаємно залежними ознаками показує, чи існує і наскільки великий зв'язок між цими ознаками.

**Лінійчатa діаграма (Bar)** – аналогічна гістограмі, але повернута на бік, тоб то вісь категорій є вертикальна вісь (Y), а вісь значень – горизонтальна вісь (X). Даний тип діаграм зручний у процесі зіставлення значень різних чинників у визначений момент часу, дозволяє підкреслити позитивні або негативні відхилення від деякої величини. Вона, як правило, не використовується для представлення змін будь-яких величин у часі.

## Н

**Непараметричні критерії** – не включають у формулу розрахунку параметри розподілу ознаки, що вивчається, і ґрунтуються на операції частотами або рангами. Прикладами таких критеріїв можуть служити U критерій Манна-Уїтні, S-критерій Джонкіра, T-критерій Вілкоксона, кутовий критерій Фішера і т.д. Непараметричні критерії невимогливі до закону розподілу ознаки, що вивчається, і дуже прості в розрахунках.

## О

**Об'ємна діаграма з поверхнями (3-D surface)** – подібна топографічним картам. Діаграма з поверхнею подібна натягнутій на точки поверхні. Вона дуже зручна для представлення максимальних і мінімальних значень у наборі даних, що залежать від двох змінних величин. У даному типі діаграм

однаковим кольором зафарбовані області, що належать одному інтервалові величин по вертикальній осі значень ( $Z$ ). На діаграмі у вигляді дротового каркаса простіше порівнювати конкретні точки даних, що можуть бути невидимими на діаграмі з поверхнею. Кольорова контурна діаграма і контурна діаграма є проєкціями поверхні на площину. Об'ємну діаграму з поверхнею можна повертати і оцінювати з різних точок зору.

**Об'ємні графіки** або **стрічкові діаграми** – використовуються для тих же типів даних, що і плоскі.

**Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок** – застосовується в тих випадках, коли досліджуються зміни результативної ознаки під впливом умов, що змінюються, або градацій фактора. У процесі однофакторного дисперсійного аналізу незв'язаних вибірок впливу кожної з градацій чинника підпадають різні вибірки випробовуваних.

**Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок** – застосовується в тих випадках, коли досліджується вплив різних градацій фактора або різних умов на одну і ту ж вибірку випробовуваних.

## II

**Параметричні критерії** включають у формулу розрахунку параметри розподілу ознаки, що вивчається, такі, як середнє, стандартне відхилення, і дисперсію. До параметричних критеріїв відносяться критерії t-Ст'юдента і лінійний коефіцієнт кореляції за Пірсоном.

**Пелюсткова діаграма (Radar)** – діаграма досить важка для сприйняття й інтерпретації, тому використання її для рекламних презентацій не виправдано. Її, як правило, застосовують, щоб показати співвідношення окремих рядів даних. Для кожної категорії вводиться своя вісь координат (промінь), а точки даних розташовуються вздовж променя. З'єднавши точки одного ряду, можна одержати характеристику сукупності значень у цьому ряді.

**Поділки (Tick mark)** – поділки шкали вздовж осі.

**Порівняння декількох вибірок за Уїлкоксоном** – іноді дослідникові доводиться порівнювати не дві, а декілька вибірок: три, чотири і більше. У таких випадках застосовують достатньо могутній непараметричний критерій. Основна вимога критерію – вибірки повинні бути однаковими за чисельністю.

**Потужність критерію** – це його здатність відхиляти нульову гіпотезу про відсутність відмінностей, якщо вона неправильна. Потужність критерію визначається емпіричним шляхом. Одне і те ж завдання може бути розв'язане за допомогою різних критеріїв. За цього виявляється, що одні критерії дозволяють виявити відмінності, а інші ні. Треба пам'ятати, що з двох критеріїв, використуваних для розв'язання завдання, на довіру заслуговує той, який зміг відхилити нульову гіпотезу. Якщо ж перший і другий критерії підтвердили нульову гіпотезу, то на довіру заслуговують обидва.

## *P*

**Рівень значущості** – це вірогідність ( $\alpha$ ) відхилення нульової гіпотези, тоді як вона правильна. Іншими словами – це упевненість в прийнятті гіпотези  $H_1$ . Тобто, чим вищий рівень значущості, тим вища упевненість в правильності прийняття гіпотези  $H_1$  і тим менша вірогідність зробити в процесі цього помилку.

**Ряд даних (Data Series)** – це сукупність точок даних, залежних, як правило, від часу. У процесі нанесення на діаграму даних одного ряду відтворюються маркерами одного кольору і візерунка, а на графіках з'єднуються єдиною лінією.

## *C*

**Статистичний критерій** – це вирішальне правило прийняття достеменної і відхилення помилкової гіпотези з високою ймовірністю.

## ***T***

***T-критерій Вілкоксона*** – застосовується для зіставлення показників, виміряних у двох різних умовах на одній і тій же вибірці випробовуваних. Він дозволяє встановити не тільки спрямованість змін, але і їх вираженість. З його допомогою можна визначити, чи є зрушення показників в якомусь одному напрямі більш інтенсивним, ніж в іншому.

***Точка даних (Date Poin)*** – це один елемент даних у середині кожного з рядів. Точка даних відтворюється на діаграмі як одна точка на лінії або один стовпчик ряду.

***Точкова діаграма (XY (Scatter))*** – відтворює залежність даних (вісь **Y**) від величини, що міняється з довільним, як правило, непостійним кроком (вісь **X**). Такий тип діаграм дуже зручний для представлення наукових і технічних результатів.

## ***Ф***

***Функціональний зв'язок*** – коли кожному значенню одної ознаки відповідає сповна певне значення іншої ознаки.

## ***Ц***

***Циліндричні, конічні та пірамідальні діаграми (Cylinder, Cone і Pyramid)*** – діаграми є об'ємними варіантами гістограм і лінійчатих діаграм. Однак, ці типи об'ємних діаграм, власне кажучи, не додають нової інформації до представлення даних на звичайних об'ємних гістограмах і лінійчатих діаграмах, зате додають звітні або презентації більш ефектний вигляд.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

---

### *L*

L-критерій тенденцій Пейджа · 3, 66, 75, 152

---

### *S*

S-критерій Джонкіра · 16, 193

S-критерій тенденцій Джонкіра · 66, 68, 72, 75, 152

---

### *U*

U- критерію Манна-Уїтні · 50

---

### *B*

Біржова діаграма · 122, 189

Бульбашкова діаграма · 122, 189

---

### *B*

Використання Майстра діаграм для створення діаграми · 113

Відкриття і збереження діаграм · 118

Впорядкованість груп · 69

---

### *G*

Гіпотеза · 13

Гістограма · 120, 189

Графік · 44, 121, 189

---

### *D*

Дисперсійний аналіз для зв'язаних вибірок · 103

Діаграма з областями · 122, 190

Діаграма програми Excel · 110, 190

Діаграми створені користувачем · 123

Додаткові типи діаграм · 123

---

### *E*

Емпіричне значення критерію t-Ст'юдента · 14

Емпіричне значення лінійного коефіцієнта кореляції · 14

**З**

Засоби інформаційно-комунікаційних технологій · 5

---

**К**

Кількість ступенів свободи · 14, 18, 34  
Кільцева діаграма · 122, 190  
Коефіцієнт асоціації за Пірсоном · 32, 33, 37, 41, 190  
Коефіцієнт взаємного спряження за Чупровим · 34  
Коефіцієнт взаємної зв'язаності за Чупровим · 34, 190  
Коефіцієнт взаємної зв'язаності · 34, 38, 41  
Коефіцієнт кореляції рангів · 25, 26, 191  
Коефіцієнт кореляції за Пірсоном · 14, 24, 27  
Кореляційне відношення Пірсона · 42, 51, 54, 191  
Кореляційні зв'язки · 23  
Кореляція · 22, 191  
Критерій t-Стюдента (Госсета) · 16, 192  
Критерій Манна-Уїтні · 16, 193  
Критерій Фішера · 76  
Критичні значення для показників асиметрії · 15  
Кругова діаграма · 121, 192  
Кутове перетворення Фішера · 3, 76, 152, 192  
Кутовий критерій Фішера · 16, 193

---

**Л**

Лінійний коефіцієнт кореляції за Пірсоном · 23, 193  
Лінійчата діаграма · 121, 193

---

**М**

Майстер діаграм · 113, 144, 152

---

**Н**

Найшвидший спосіб побудови *діаграми* · 112  
Непараметричні критерії · 16, 193

---

**О**

Об'ємна діаграма з поверхнями · 122, 193  
Обмеження однофакторного дисперсійного аналізу для зв'язаних вибірок · 103  
Обробка психологічних досліджень · 5, 146  
Однофакторний дисперсійний аналіз · 3, 97, 103, 152, 194

Однофакторний дисперсійний аналіз для незв'язаних вибірок · 97

---

***П***

Параметричні критерії · 14, 15, 194  
Пелюсткова діаграма · 122, 194  
Персональний комп'ютер · 156  
Потужність критерію · 16, 195  
Процентний формат · 82  
Пурсональний комп'ютер · 157

---

***Р***

Рівень значущості · 13, 159, 195

---

***С***

Стандртні відхилення · 25  
Статистична гіпотеза · 3, 12, 13  
Статистичний критерій · 13, 195

---

***Т***

Типи діаграм · 120  
Т-критерій Вілкоксона · 3, 16, 55, 58, 62, 65, 193, 196  
Точкова діаграма · 121, 196

---

***Ц***

Циліндричні, конічні та пірамідальні діаграми · 123, 196



**Навчально-методичне видання**

**Коношевський Леонід Леонідович**

**Шахіна Ірина Юріївна**

# **ОБРОБКА ПСИХОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСОБАМИ ІКТ**

**Навчально-методичний посібник**

Відповідальний за випуск М. Ю. Кадемія  
Оригінал макет Л. Л. Коношевський  
Комп'ютерний набір І. Ю. Шахіна

ББК 32.973я73

УДК 004.9:159.9.07(075.8)

К 64

Коношевський Л. Л. Обробка психологічних досліджень засобами ІКТ :  
Навчально-методичний посібник / Л. Л. Коношевський, І. Ю. Шахіна. –  
Вінниця : ТОВ Фірма «Планер», 2011. – 200 с.

Підписано до друку 15.06.2011 р.

Формат 60×80/16

Папір офсетний. Друк різнографічний. Ум. др. арк. 11,1

Гарнітура Times New Roman

Наклад 300 прим.

Віддруковано з оригінал-макету замовника

ТОВ Фірма «Планер», вул. Визволення, 2.

Тел. 35-92-18, 35-26-58