

Міністерство освіти і науки України  
Харківська державна академія фізичної культури  
Кафедра інформатики та біомеханіки

**В.С. Ашанін, Я.В. Жерновнікова, С.С. Пятисоцька**

# **Комп'ютерна обробка даних експериментальних досліджень**

**Навчальний посібник**

Затверджено Вченою радою ХДАФК  
як посібник для здобувачів вищої освіти  
спеціальності 053 Психологія

Харків  
ХДАФК  
2024

УДК [004.04/303.447.3](075)

А 98

*Затверджено Вченою радою ХДАФК  
(Протокол № 14 від 18 грудня 2023 року)*

**Рецензенти:** **С. І. Ткачов** – Завідувач кафедри педагогіки та психології Харківської державної академії фізичної культури, доктор пед. наук, професор

**Г. П. Грохова** – Завідувач кафедри фізичного виховання та спорту Харківського національного університету радіоелектроніки, кандидат педагогічних наук, доцент

**Ашанін В. С.**

А 98 Комп'ютерна обробка даних експериментальних досліджень: навч. посіб. / Ашанін В. С., Жерновнікова Я. В., Пятисоцька С. С. – Харків: ХДАФК, 2024. – 116 с.

Навчальний посібник з курсу «Комп'ютерна обробка даних експериментальних досліджень» розроблений відповідно до навчального плану і складається з методичних рекомендацій із проведення практичних занять, питань до самоконтролю, завдань для самостійної роботи, глосарію, списку рекомендованої літератури. Вивчення дисципліни допоможе здобувачам вищої освіти орієнтуватися в методах математичної статистики, особливостях їх застосування в практичних ситуаціях, проводити кількісну обробку емпіричних даних психологічних досліджень, інтерпретувати отримані результати.

**УДК [004.04/303.447.3](075)**

© Ашанін В.С., Жерновнікова Я.В.,  
Пятисоцька С.С., 2024  
© ХДАФК (ФЦВС), 2024

Вступ.....	4
<b>Практична робота №1.</b> Шкали вимірювань параметрів дослідження.....	6
<b>Практична робота №2.</b> Сортування та фільтрація статистичних даних.....	13
<b>Практична робота №3.</b> Робота зі зведеними таблицями.....	17
<b>Практична робота №4.</b> Фільтрація зведених таблиць за допомогою зрізів та часової шкали.....	26
<b>Практична робота №5.</b> Побудова шаблону Дашборда.....	32
<b>Практична робота №6.</b> Побудова графіків функцій. Побудова поверхонь.....	43
<b>Практична робота №7.</b> Методи автоматизованого збору емпіричних даних.....	52
<b>Практична робота №8.</b> Робота з редактором Google-таблиці..	55
<b>Практична робота №9.</b> Використання кореляційного аналізу для визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками.....	57
<b>Практична робота №10.</b> Непараметричні критерії визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками.....	64
<b>Практична робота №11.</b> Розрахунок багатофакторного кореляційного аналізу.....	67
<b>Практична робота №12.</b> Визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками за допомогою регресійного аналізу....	72
<b>Практична робота №13.</b> Прогнозування результатів дослідження за допомогою регресійного аналізу.....	79
<b>Практична робота №14.</b> Розрахунок однофакторного дисперсійного аналізу.....	86
<b>Практична робота №15.</b> Розрахунок двофакторного дисперсійного аналізу.....	93
<b>Глосарій</b> .....	101
<b>Тестові завдання</b> .....	103
<b>Список рекомендованої літератури</b> .....	110
<b>Додатки</b> .....	113

## Вступ

Навчальна дисципліна «Комп'ютерна обробка даних експериментальних досліджень» є обов'язковою дисципліною освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 053 «Психологія». Зміст дисципліни забезпечує спеціальну підготовку майбутніх практичних психологів відповідно сучасних вимог до професіограми практичного психолога.

**Мета вивчення дисципліни:** теоретичне і практичне оволодіння основними методами математико-статистичного аналізу результатів дослідження в психології засобами комп'ютерних інформаційних технологій.

**Основні завдання навчальної дисципліни:**

- засвоїти основний понятійний апарат математичної статистики.
- ознайомити здобувачів освіти з основними методами статистичного спостереження та первинної обробки експериментальних даних засобами електронних таблиць.
- оволодіння здобувачами освіти практичними навиками використання комп'ютерних технологій для вирішення основних задач статистики.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі освіти повинні оволодіти такими компетентностями, як здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, здатність використовувати інформаційні і комунікаційні технології, здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, здатність бути критичними і самокритичними, здатність приймати обґрунтовані рішення та здатність генерувати нові ідеї (креативність). Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. Вміти аналізувати та пояснювати психічні явища, ідентифікувати психологічні проблеми та пропонувати шляхи їх розв'язання; розуміти закономірності та особливості розвитку і функціонування психічних явищ в контексті професійних завдань; здійснювати пошук інформації з різних джерел, у т.ч. з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, для вирішення професійних завдань; обґрунтовувати власну позицію, робити самостійні висновки за результатами власних досліджень і аналізу літературних джерел; формулювати мету, завдання дослідження, володіти навичками збору первинного матеріалу, дотримуватися процедури дослідження; рефлексувати та критично оцінювати достовірність одержаних результатів психологічного дослідження, формулювати аргументовані

висновки; презентувати результати власних досліджень усно / письмово для фахівців і нефахівців.

Відповідно до робочої програми навчальної дисципліни на практичні заняття відводиться 30 академічних годин, які розподілені на 15 практичних робіт.

Метою виконання практичних робіт є закріплення вивченого під час лекційних та практичних занять теоретичного матеріалу, набуття навичок самостійної математико-статистичної обробки емпіричних даних з використанням електронних таблиць Microsoft Excel, демонстрація зв'язку набутих знань з практичними ситуаціями психологічних досліджень.

## Практичне заняття № 1

### Тема «Шкали вимірювань параметрів дослідження»

**Мета заняття:** розглянути типи та характеристики вимірювальних шкал.

#### Зміст і хід заняття

1. Номінативна шкала.
2. Шкала порядку.
3. Інтервальна шкала.
4. Шкала рівних відносин.

Виконання та захист практичного завдання.

#### 1. Номінативна шкала.

У психологічних дослідженнях виділяється чотири типи вимірювальних шкал: номінативна, рангова, інтервальна та шкала відносин.

**Номінативна шкала** (шкала найменувань) – це шкала, при використанні якої ознаки різняться за назвою (ім'ям, найменуванням). Приклади номінативних шкал:

- «чоловік» – «жінка», «тест виконаний» – «тест не виконаний», «за» – «проти» – подібні шкали тільки з двома можливими значеннями називаються дихотомічними;

- кольори у спектрі: «червоний», «помаранчевий», «жовтий», «зелений» тощо;

- варіанти вибору: «кандидат А», «кандидат Б», ..., «кандидат Ц».

Безумовно, самі назви ніякої обробки не підлягають. Між значеннями номінативної шкали не визначено відносини «більше», «менше», «рівно». Проте в ході експерименту дослідник може виявити якісь числові характеристики, пов'язаної з кожним з найменувань, наприклад, підрахувати кількість учнів, які виконали тест і не впоралися з ним; отримати дані про перевагу до кольорів та визначити, яка частка піддослідних любить теплі кольори; підрахувати кількість голосів за кожного кандидата і т.п.

Основним методом дослідження при використанні шкал найменувань, мабуть, слід вважати анкетування. За його підсумками визначаються *абсолютні кількості*, що зустрічаються кожного з наявних найменувань в досліджуваній вибірці або їх відносні кількості (*частоти*). Далі вже числові дані піддаються статистичній обробці.

## 2. Шкала порядку.

**Шкала порядку** забезпечує розташування значень ознаки в монотонній послідовності (зростання або спадання), але без зазначення ступеня відмінності показників, приписаних до різних градацій (класів). Ознаки можуть бути якісними чи кількісними.

Приклади порядкових шкал:

- сортність продукції: «вищий сорт», «перший сорт», «другий сорт», «третій сорт» (якісна ознака);
- категорії педагогів, прийняті у школі: «вчитель вищої категорії», «вчитель першої категорії», «вчитель другої категорії», «вчитель без категорії» (якісна ознака);
- вікові групи учнів: «молодша вікова група», «середня вікова група», «старшокласники» (якісна ознака);
- словесні оцінки рівня засвоєння навчального матеріалу: «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» (якісна ознака);
- позначки за шкільною шкалою 2-3-4-5 (кількісний ознака);
- кількість балів, набрана в процесі тестування за встановленою шкалою (наприклад, єдиного державного екзамену – за 100-бальною шкалою).

Важливим при побудові порядкових шкал є таке: по-перше, кількість градацій ознаки має бути не менше трьох; по-друге, градації повинні бути впорядковані за значенням ознаки; по-третє, повинна бути чітко визначена процедура віднесення ознаки до тієї чи іншої градації (на практиці це означає, що при побудові порядкової шкали повинні бути встановлені критерії, що дозволяють однозначно віднести ознаку до тієї чи іншої градації).

Від якісних чи кількісних градацій ознаки часто буває необхідно перейти до чисел, що характеризує порядок дотримання градацій – вони називаються *рангами*. Присвоєння градаціям відповідних їм рангів провадиться відповідно до таких правил:

- 1) найменше значення рангу дорівнює 1, найбільше – кількості ранжованих значень ( $N$ ) (наприклад, числу вимірювань у вибірці);
- 2) якщо кількість значень, що ранжуються, збігається з числом градацій, то нижчому рівню приписується ранг 1, наступному - 2 і т.д.; очевидно, найвищий рівень отримає ранг  $N$ ;
- 3) якщо серед значень, що ранжуються, кілька потрапляють в одну градацію, то всім їм приписується однаковий ранг, який обчислюється за формулою:

$$R_i = \sum_{k=0}^{i-1} n_k + \frac{n_i + 1}{2},$$

де:  $i$  – номер градації;  $R_i$  – ранг кожного значення ознаки, що потрапив у градацію  $i$ ;  $n_i$  – кількість значень, що потрапили в градацію  $i$  ( $n_0$  приймається рівним 0).

Операція присвоєння градаціям рангів називається *ранжуванням*. Перевірка правильності ранжування здійснюється наступним чином: необхідно підсумувати всі ранги та порівняти з перевіркою сумою, яка визначається за формулою:

$$S_R^T = \frac{N(N+1)}{2}$$

### 3. Інтервальна шкала

**Інтервальна шкала** (шкала рівних інтервалів) – це шкала, на якій встановлено однакову кількісну відмінність між сусідніми градаціями ознаки. Іншими словами, процедура вимірювання побудована таким чином, що можна не тільки виявити, яка з двох вимірних величин більша, але і на скільки одиниць одна відрізняється від іншої. Наприклад, за фіксований інтервал часу досліджуваній  $X$  виконав 5 завдань,  $Y - 3$ , а  $Z - 6$ ; це означає, що показник  $X$  на 1 одиницю гірший, ніж у  $Z$  і на 2 одиницю краще, ніж у  $Y$ . Однак у інтервальної шкали не визначено «0» відліку – це не дає змоги визначити відношення показників; наприклад, на підставі наведених вище даних не можна стверджувати, що  $Y$  знає предмет у 2 рази гірше, ніж  $Z$ .

До використання інтервальних шкал у педагогічних дослідженнях слід підходити дуже обережно. Уявімо, що вимірюється час виконання учнями деякого завдання або фізичної вправи, наприклад, час подолання дистанції 100 м; між результатами 10,0 с і 10,2 с, а також 15,0 с і 15,2 с відмінність одне й те саме – 0,2 с, проте, значимість і складність подолання цієї відмінності абсолютно непорівнянні. Так само не можна прирівнювати результативності роботи педагогів, якщо в одному випадку успішність виконання учням тесту зросла з 20 до 40 балів (за 100-бальною шкалою), а в іншому випадку – з 70 до 90. Очевидно, необхідно погодитися з судженням, що висловлюються у роботі М.І. Грабаря та К.А. Краснянської, що «на відміну від природничих наук в соціальних науках (у тому числі в психології) ... немає вимірювальних шкал інтервального типу». Виняток становлять так звані *відсоткові шкали* і шкали, побудовані в одиницях *стандартного відхилення* – але ці шкали застосовні, тільки якщо доведено, що вимірювана випадкова величина

підпорядковується нормальному розподілу.

#### 4. Шкала рівних відносин

**Шкала рівних відносин** (пропорційна шкала) – це шкала, що дозволяє встановити пропорції між величинами, що вимірюються. Обов'язковим атрибутом пропорційної шкали є існування нульової точки відліку, єдиної всім вимірювань (абсолютного нуля). Прикладом є температурна шкала Кельвіна. Навести подібні приклади серед показників, що використовуються в педагогічних та психологічних дослідженнях, дуже важко. Наприклад, якщо IQ однієї людини виявляється 100, а іншого 150, то це зовсім не означає, що другий в півтора рази розумніший першого. Відсутній абсолютний нуль доброти, чесності, розуму, мислення, здібностей будь-якого типу – ці поняття можуть вживатися в побуті, але ніяк не на науковому рівні. Таким чином, і застосування шкал рівних відносин у психологічних дослідженнях виявляється дуже проблематичним. Виняток, мабуть, становлять ситуації, коли зіставляються відносні показники. Наприклад, з 60 тих, хто голосував за кандидата А віддали голоси 20 осіб, за Б – 40 осіб, а за В – жодного. За цими даними можна визначити відносні частоти вибору:  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{3}$  і 0, відповідно; після цього можна стверджувати, що вибір Б здійснювався вдвічі частіше, ніж А.

З запропонованого короткого огляду вимірювальних шкал, мабуть, слід зробити висновок, що основною шкалою в психологічних дослідженнях є шкала порядку (рангова шкала). Дуже зручною слід вважати пропорційну шкалу, побудовану на відносних частотах – її можна застосувати, якщо первинні дані отримані за допомогою інших шкал – найменувань або порядкової.

#### Практичне завдання

Провести операцію ранжирування. Перейти від шкали порядку з якісними ознаками до шкали з кількісними ознаками, які піддаються подальшій математичній обробці.

**Завдання 1.** (якісна порядкова шкала, небагато градацій ознаки):

Є результати вимірювання деякого якісного показника у 15 піддослідних. Показник міг приймати одне з чотирьох значень: «незадовільно», «задовільно», «добре» і «відмінно». Необхідно провести ранжування.

1. Створіть таблицю за прикладом.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	№	Прізвище	Показник	Ранг						
2	1	АА	незадовільно	2,5						
3	2	ББ	незадовільно	2,5						
4	3	ДД	задовільно	6,5						
5	4	ЄЄ	задовільно	6,5						
6	5	ЗЗ	незадовільно	2,5						
7	6	ІІ	добре	11,5						
8	7	КК	добре	11,5						
9	8	КК	добре	11,5						
10	9	КР	незадовільно	2,5						
11	10	КС	задовільно	6,5						
						Показник	$p_i$		Ранг	Контр.
12	11	КУ	добре	11,5		незадовільно	$p_1=$	4	2,5	10
13	12	МІ	відмінно	15		задовільно	$p_2=$	4	6,5	26
14	13	ММ	задовільно	6,5		добре	$p_3=$	6	11,5	69
15	14	НА	добре	11,5		відмінно	$p_4=$	1	15	15
16	15	НІ	добре	11,5			N=	15	SR=	120
17		Сума рангов=					$N*(N+1)/2=$			

2. В осередку D2 введіть формулу =ЕСЛИ(C3=\$F\$12;\$I\$12;ЕСЛИ(C3=\$F\$13;\$I\$13;ЕСЛИ(C3=\$F\$14;\$I\$14;\$I\$15)))

3. Скопіюйте цю формулу за допомогою маркера автозаповнення для діапазону осередків D3:D16.

4. В осередку H12 введіть формулу =СЧЁТЕСЛИ(C2:C16;F12)

5. Скопіюйте цю формулу за допомогою маркера автозаповнення для діапазону осередків H13:H15.

6. В осередку I12 введіть формулу =СУММ(H\$11:H11)+(H12+1)/2

7. Скопіюйте цю формулу за допомогою маркера автозаповнення для діапазону осередків I13:I15.

8. В осередку J12 введіть формулу =H12\*I12

9. Скопіюйте цю формулу за допомогою маркера автозаповнення для діапазону осередків J12:J15.

Слід звернути увагу на збіг контрольних сум у осередках D17, J16 та J17. Дуже важливо, щоб літерні позначення градацій в осередках F12:F15 точно збігалися з тими, що використані у колонці C; щоб уникнути можливих помилок можна рекомендувати перенесення градацій показника з осередків F12:F15 в осередки колонки C копіюванням. У запропонованому варіанті ранжування не потребує розміщення вихідних даних у порядку зменшення (або збільшення) значень класу, проте, якщо це необхідно, дані можна переупорядкувати і після присвоєння рангів, використовуючи інструмент «Сортування» пакета Excel.

Варто зауважити, що описаною схемою зручно користуватися, якщо

кількість градацій відносно невелика – 3-6; якщо різних градацій багато і серед піддослідних мало тих, у кого показники збігаються, можливо, простіше зробити ранжування «вручну».

**Завдання 2.** (кількісна порядкова шкала, багато градацій ознаки): Є результати виконання деякої фізичної вправи у 9 випробуваних (наприклад, підтягування). Дані наведені в таблиці в алфавітному порядку прізвищ випробуваних. Необхідно провести ранжування.

№	Прізвище	Показник	Ранг
1	АА	12	
2	ББ	6	
3	ВВ	12	
4	ГГ	8	
5	ДД	11	
6	ЕЕ	5	
7	ЄЄ	15	
8	ЖЖ	12	
9	ЗЗ	6	

Можливий порядок дій у MS Excel:

1) занести дані до трьох колонок «№», «Прізвище» – «Показник» в алфавітному порядку (нумерація – з «1»); четверта колонка – «Ранг» поки порожня;

2) використовуючи інструмент «Сортування», переупорядкувати дані щодо зростання значення класу в колонках «Прізвище» та «Показник», не торкаючись колонки «№»;

3) у колонці «Ранг» вручну ввести ранги, визначивши їх за наступним правилом;

- якщо якийсь значення класу зустрічається тільки в одного випробуваного, йому приписується ранг рівний його порядковому номеру (після переупорядкування); наприклад, показники, що не повторюються у ГГ, ДД, ЕЕ і ЖЖ - відповідно, їх ранги 1, 4, 5 і 9;

- якщо якийсь значення показника зустрічається у кількох випробовуваних, їм приписується ранг рівний середньому значенню їх порядкових номерів (після переупорядкування); наприклад, ББ та ЗЗ мають однаковий показник 6 і номери 2 і 3, отже, їх ранг  $(2+3)/2 = 2,5$ ; для АА, ВВ та ЖЖ ранг  $(6+7+8)/3 = 7$ .

**Завдання 3.** На основі оцінки тесту навчальних досягнень за 100-бальною шкалою побудувати рейтинг успішності (проранжувати тестові бали, звернувши увагу на однакові ранги). Перевірити правильність

ранжування за формулою. Перевести тестові оцінки у номінативну шкалу національних оцінок («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

№	Тестовий бал	Ранг	Нац. шкала	№	Тестовий бал	Ранг	Нац. шкала
1	95			11	76		
2	83			12	73		
3	81			13	90		
4	76			14	82		
5	54			15	78		
6	62			16	80		
7	67			17	82		
8	90			18	75		
9	93			19	78		
10	48			20	63		

**Завдання 4.** Визначити тип вимірювальної шкали, пояснити відповідь.

Змінна	Вид шкали	Пояснення
<i>Приклад: Номер телефону</i>	<i>Номінативна</i>	<i>Ідентифікує людину, немає сенсу в обчисленнях</i>
Прізвище, ім'я		
Вік, р		
Рік народження		
Стать		
Сімейний стан		
Час виконання завдання, с		
Рівень агресивності (бал тесту)		
Місце в рейтингу успішності		
Рівень освіти		
Коефіцієнт інтелекту		
Рівень тривожності (вис, сер, низ)		
Участь в експерименті (0 або 1)		
Кількість виконаних завдань		

### Контрольні питання

1. Охарактеризуйте номінативну шкалу. Наведіть приклади даних в номінативній шкалі.
2. Які математичні операції можливі з даними в номінативній шкалі?

3. Охарактеризуйте рангову шкалу. Наведіть приклади даних в ранговій шкалі.
4. Як перевірити правильність ранжування?
5. Охарактеризуйте відносну шкалу. Наведіть приклади даних у відносній шкалі.

## Практичне заняття № 2

### Тема «Сортування та фільтрація статистичних даних»

**Мета заняття:** навчитися сортувати та форматовувати інформацію в таблиці Microsoft Excel.

#### Зміст і хід заняття

1. Сортування даних в таблицях.
  2. Фільтрація даних.
  3. Обчислення проміжних підсумків.
- Виконання та захист практичного завдання.

### 1. Сортування даних в таблицях.

*Сортування* – це зміна відносного положення даних у списку відповідно до значень або типу даних.

Дані звичайно сортуються за алфавітом, за числовим значенням або за датою. Порядок сортування, прийнятий у Excel. Числа сортуються у порядку зростання: від найменшого від’ємного до найбільшого додатного числа. При сортуванні тексту порівнюється зміст комірок за символами зліва направо. Регістр символів при сортуванні не враховується.

У тексті, крім літер, можуть використовуватися цифри й інші символи. Упорядкована послідовність усіх можливих символів, що прийнята в Excel при сортуванні, така:

(пробіл)!«#\$%&()\*.,/:;? @ [ \ ] л \_ " { | ) ~ + < = >0123456789ABCDEFGHIJKLMN0PQRSTUVWXYZABBrflEE?;KЗМІ (укр. ) і Й КЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЬНЬЗЮЯ

Сортування за одним параметром. Для сортування таблиці клацніть по будь-якій заповненій комірці і натисніть одну з кнопок на панелі інструментів:  Сортування від А до Я,  Сортування від Я до А.

При цьому буде проведено сортування суцільної частини таблиці, що не має порожніх рядків або стовпців. Рядки переставлятимуться повністю. Заголовки (підписи) стовпців до процесу сортування за умовчанням не потрапляють.

Можливе сортування не всього списку, а тільки його частини. Для цього потрібно виділити діапазон даних і застосувати команду *Дані > Сортування*. Якщо сортування виявилось невдалим, можете його відразу скасувати, клацнувши по кнопці Відмінити панелі інструментів або натиснувши клавіші Ctrl+Z.

## 2. Фільтрація даних.

Однією з найпоширеніших операцій над списками є добір записів, або, інакше, фільтрація.

*Фільтрація* – це процес пошуку і вибору записів відповідно до встановлених критеріїв.

Фільтри також спрощують процес введення та видалення записів зі списку. При фільтрації записи, які не відповідають зазначеним критеріям, приховуються, але їх порядок розміщення в таблиці залишається незмінним і вони не вилучаються з таблиці.

В Excel є такі типи фільтрів: автофільтр та розширений фільтр.

1. *Автофільтр* – це фільтр, що дозволяє задати прості критерії пошуку записів, у результаті відображаються ті записи, що задовольняють умову пошуку, і приховуються ті записи, які не задовольняють таку умову.

2. *Розширений фільтр* – це фільтр, що дозволяє задати складні критерії для пошуку і за необхідності дозволяє задати відображення результатів фільтрації в окремій області таблиці.

## 3. Обчислення проміжних підсумків.

*Проміжні підсумки* – це узагальнюючі значення (суми, середнього, кількості тощо), які обчислюються для груп представлених у певній таблиці об'єктів, а також засіб для обчислення цих значень. Проміжні підсумки обчислюють лише для таблиць, впорядкованих за значеннями певного параметра.

Перш ніж встановлювати проміжні підсумки, слід відсортувати список, щоб згрупувати рядки, за якими потрібно підбити підсумки. Після цього можна обчислити проміжні підсумки для кожного стовпця, який містить числа.

Якщо дані не мають формату списку або якщо потрібно вивести лише один підсумок, можна скористатись автосумою замість автоматичних обчислень.

Для обчислення значень проміжних підсумків використовують підсумкову функцію, наприклад *Сума* (SUM) або *Середнє арифметичне* (AVERAGE).

Проміжні підсумки можна вивести у списку з використанням декількох типів обчислення.

Загальні підсумки обчислюють за докладними відомостями, а не за значеннями в рядках проміжних підсумків. Наприклад, у разі використання підсумкової функції **AVERAGE** загальний підсумок повертає середнє значення для всіх рядків списку, а не для проміжних підсумків.

Значення проміжних і загальних підсумків переобчислюються автоматично після кожної зміни докладних відомостей.

Не всі таблиці та набори даних підходять для того, щоб застосувати до них функцію проміжних підсумків. До головних умов відносяться такі:

- таблиця повинна мати формат звичайної області осередків;
- шапка таблиці повинна складатися з одного рядка, і розміщуватися на першому рядку листа;
- в таблиці не повинно бути рядків з незаповненими даними.

### Практичне завдання

#### Завдання 1. Сортування даних в таблиці.

##### 1. Створіть таблицю за прикладом.

№	ПІП	Вид спорту	Дата народження	Довжина тіла (см)	Маса тіла (кг)	ОГК в спокої (см)	ОГК видих (см)	Показник міцності статури
1	Черкашин А.В.	Плавання	12.12.2010	146	37,6	69	67	41,4
2	Зайко О.С.	Футбол	05.08.2010	140	50,1	84	82	7,9
3	Кіряшко В.П.	Баскетбол	03.04.2011	144	30,0	70	69	45,0
4	Мазур М.Г.	Баскетбол	23.04.2009	140	32,9	62	61	46,1
5	Сухно І.В.	Бокс	03.07.2012	147	33,3	66	65	48,7
6	Самойлов М.Ю.	Футбол	01.03.2012	142	43,7	73	71	27,3
7	Рогов С.О.	Гімнастика	03.06.2011	140	28,6	59	58	53,4
8	Бойко А.Ю.	Плавання	18.12.2010	142	34,0	66	64	44,0
9	Шарапов І.В.	Бокс	30.07.2010	146	29,8	61	60	56,2
10	Арестов В.С.	Бокс	02.09.2011	138	39,5	69	67	31,5

##### 2. Відсортуйте дані в таблиці: по стовпцю «ПІП» за зростанням.

Для цього:

- виділіть діапазон комірок A1:J11;
- виберіть команду *Данні > панель інструментів Сортування і фільтр > кнопка Сортування*;
- виберіть сортувати по стовпцю ПІП > Порядок сортування Від А до Я.

3. Клацніть правою кнопкою миші на вкладці Лист 1. Виберіть в контекстному меню команду *Перейменувати*. Введіть нове ім'я «Сортування».

4. Клацніть правою кнопкою миші на вкладці Сортування і виберіть в контекстному меню команду *Перемістити або скопіювати*.

5. У вікні що відкрилося, встановіть прапорець *Створити копію*, щоб вибраний лист копіювався, а не переміщався.

6. У списку Перед листом клацніть на пункті перемістити в кінець, щоб скопіювати перший лист в кінець книги та клацніть на кнопці ОК.

7. Створіть ще три копії цього листа.

8. На другому листі виконати сортування даних по третьому стовпцю в такій послідовності: Плавання, Бокс, Футбол, Гімнастика, Баскетбол. Для цього:

- виділіть діапазон комірок A1:J11;

- виберіть команду *Данні* > панель інструментів *Сортування і фільтр* > кнопка *Сортування*;

- виберіть стовбець > Вид спорту, сортування > Значення, порядок > Настроюваний список;

- у наступному вікні запищіть необхідну послідовність видів спорту;

- натисніть ОК.

9. На третьому листі підведіть проміжні підсумки:

- виконайте сортування за зростанням по стовпцю Вид спорту;

- виділіть діапазон A1: J11;

- виберіть команду *Данні* > панель інструментів *Структура* > кнопка *Проміжний підсумок*;

- в діалоговому вікні в рядку «При кожній зміні в» виберіть стовпець «Вид спорту», в рядку «Операція» виберіть «Середне», у вікні «Додати підсумки по» виберіть «Маса тіла (кг)». Натисніть кнопку ОК.

10. Переіменуйте Лист 3 в Підсумки.

11. Лист 4 переіменувати в Фільтр.

12. Для включення фільтра виділіть діапазон даних і виберіть команду



*Данні* > панель інструментів *Сортування і Фільтр* > кнопка *Фільтр* Фільтр.

Після виконання команди біля заголовків стовпців з'являться кнопки Фільтра .

12. Відфільтруйте спортсменів, які народились в 2010 році з Показником міцності статури від 40 до 45:

- для відбору спортсменів, які народились в 2010 році натисніть на кнопку  і виберіть відповідний рік;

- для відбору Показника міцності статури від 40 до 45. Натисніть на кнопку  і виконайте команду: Числові фільтри > Між.

13. Переіменуйте Лист 5 в Розширений фільтр.

14. На п'ятому листі поруч з вихідною таблицею створіть таблицю умов. (Особливості таблиці: рядок заголовків повинен повністю збігатись з «шапкою» фільтрованої таблиці. Щоб уникнути помилок, скопіюйте

рядок заголовків у вихідній таблиці та встановить в таблицю умов критерії відбору Прізвище спортсмена за буквою «С».

№	ППП	Вид спорту	Дата народження	Довжина тіла (см)	Маса тіла (кг)	ОГК в спокої (см)	ОГК видих (см)	Показник міцності статури
	С							

15. Виберіть команду *Данні* > панель інструментів *Сортування і фільтр* > кнопка *Додатково*.

16. У вікні *Розширеного фільтру* виберіть спосіб обробки інформації (на цьому ж аркуші або на іншому), задайте вихідний діапазон (табл. 1) і діапазон умов (табл. 2). Рядки заголовків повинні бути включені в діапазони. Натисніть ОК.

### Контрольні питання

1. Що таке сортування?
2. Що таке порядок сортування?
3. Що таке фільтрація даних?
4. Які типи фільтрів є в Excel? Дати їх визначення.
5. Як використовують фільтри в Excel?
6. Що таке проміжні підсумки?
7. Які умови необхідні для використання проміжних підсумків?

### Практична робота № 3

#### Тема «Робота зі зведеними таблицями»

**Мета заняття:** поглибити знання по темі «Зведені таблиці»; навчити обчисленню в зведеній таблиці.

#### Зміст і хід заняття

1. Поняття зведеної таблиці.
  2. Обчислення в зведеній таблиці.
- Виконання та захист практичного завдання.

## 1. Поняття зведеної таблиці.

Зведені таблиці в Excel корисні для узагальнення інформації з баз даних, які можуть зберігатися як в робочих книгах Excel, так і в зовнішніх файлах.

*Зведена таблиця* – це динамічна таблиця підсумкових даних, вилучених або розрахованих на основі інформації, що міститься в базі даних. Базами даних для створення зведених таблиць можуть бути дані на робочому аркуші, організовані у вигляді таблиці, або зовнішні бази даних. За допомогою засобів зведених таблиць можна перетворити велику кількість мало-зрозумілих чисел в одну невелику і зручну для аналізу таблицю.

Зведені таблиці дозволяють створювати динамічні перехресні таблиці з легко змінною структурою, дані в яких узагальнюються за кількома параметрами. Крім того, за допомогою зведеної таблиці можна підрахувати проміжні підсумки з будь-яким необхідним рівнем деталізації. Одним з найбільш вражаючих властивостей зведеної таблиці є її інтерактивність. Після створення зведеної таблиці можна як завгодно змінити таким чином наявну в ній інформацію і навіть додати в неї спеціальні формули для виконання додаткових розрахунків. Більш того, після створення зведеної таблиці можна групувати її елементи. Легко перетворити зведену таблицю в необхідний звіт, застосувавши форматування зведеної таблиці.

Єдиним недоліком зведених таблиць є те, що на відміну від підсумкових звітів, створених з використанням формул, вони не оновлюються автоматично при зміні вихідних даних. Але з оновленням зведеної таблиці не виникає особливих проблем, досить виконати команду *Оновити*.

Зведені таблиці вперше з'явилися в Excel 97. Засіб створення зведених таблиць в Excel 2007 значно вдосконалено, а Excel 2010-2013 додано кілька нових можливостей, і тепер стало набагато простіше створювати і застосовувати зведені таблиці.

## 2. Обчислення в зведеній таблиці.

В зведених таблицях для обчислення підсумкових значень найбільш часто використовується функція підсумовування. Але при необхідності завжди можна змінити функцію яка обчислює, задану в діалоговому вікні *Параметри полів значень* (рис.1).

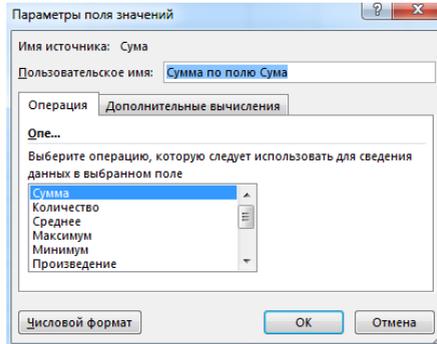


Рисунок 1. Параметри полів значень

Вкладка *Операция* використовується для вибору функції що обчислює. Можна вибрати функції *Сума*, *Кількість*, *Середнє*, *Максимум*, *Мінімум*, *Добуток*, *Кількість чисел*, *Зміщене відхилення*, *Незміщене відхилення*, *Зміщена дисперсія*, *Незміщена дисперсія*.

Попередньо обчислені значення у зведеній таблиці можна відображати в різній формі із застосуванням додаткових обчислень. Форма представлення значень вибирається в списку *Додаткові обчислення* (табл. 1) однойменної вкладки діалогового вікна *Параметри поля значень*.

Таблиця 1

Функції списку *Додаткові обчислення*

Функція	Опис
Без обчислень	Відключити додаткові обчислення
Відмінність	Показує дані як різниці між значеннями і значенням <i>елемент</i> поля, обраного в списку <i>Поле</i>
Частка	Показує дані як процентні відносини значень до значення <i>елемент</i> поля, обраного в списку <i>Поле</i>
Наведена відмінність	Відображає дані як процентні відношення значень до різниць значень і значення <i>елемент</i> поля, обраного в списку <i>Поле</i>
З наростаючим підсумком в поле	Відображає дані у вигляді накопичуючої суми в поле, обраному в списку <i>Поле</i>
% від суми з наростаючим підсумком в поле	Відображає дані у вигляді % від накопичуючої суми в поле, обраному в списку <i>Поле</i>
% від суми по рядку	Відображає дані в кожному рядку (категорії) в вигляді відсотка від підсумкового значення рядка
% від суми по стовбцю	Відображає дані в кожному стовпці у вигляді відсотка від підсумкового значення стовпця

% від загальної суми	Показує всі дані у вигляді відсотка від загального підсумкового значення
Сортування від мінімального до максимального	Ранг вибраних значень в певному полі з урахуванням того, що найменшому з них присвоюється значення 1, а іншим – значення більш високого рангу відповідно.
Сортування від максимального до мінімального	Ранг вибраних значень в певному полі з урахуванням того, що найбільшим значенням в полі присвоюється значення 1, а кожному меншому значенню – більш високий ранг.
Індекс	Дані обчислюються за формулою ((значення в осередку) x (головний загальний підсумок)) / (загальний підсумок по строкам) x (загальний підсумок по стовпцях))

### Практичне завдання

**Завдання 1.** Створення зведеної таблиці.

1. Створіть таблицю за прикладом.
2. Помістити табличний курсор в будь яку комірку діапазону даних.
3. Виберіть вкладку *Вставка > блок Таблиці > Зведена таблиця* 

4. У діалоговому вікні що відкрилося виберіть розташування звіту зведеної таблиці «на існуючий лист», в полі «Діапазон» виберіть осередок «J1».

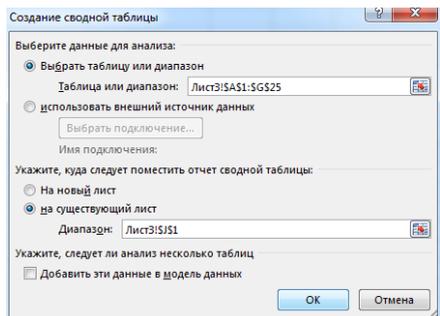
5. Натисніть ОК.

6. Клацніть правою кнопкою миші на імені поля «Вид спорту» в панелі *Поля зведеної таблиці* і виберіть в меню область його місця розташування *Додати в назви рядків*.

Другий спосіб заповнення макета зведеної таблиці.

Перетягніть ім'я поля з верхнього списку в одне з чотирьох полів панелі *Поля зведеної таблиці*.

7. Поле «Група» перемістіть в область «Колони». Значення поля «Група» будуть заголовками стовпців зведеної таблиці.



<b>Дата</b>	<b>День тижня</b>	<b>Кількість</b>	<b>Вид спорту</b>	<b>Група</b>	<b>Вік</b>
02.09.2021	Четвер	25	Гімнастика	Перша	11
03.09.2021	П'ятниця	15	Гімнастика	Друга	12
04.09.2021	Субота	25	Футбол	Перша	11
05.09.2021	Понеділок	15	Гімнастика	Друга	11
06.09.2021	Вівторок	16	Бокс	Перша	11
07.09.2021	Середа	17	Бокс	Перша	12
08.09.2021	Четвер	12	Бокс	Перша	12
09.09.2021	П'ятниця	14	Бокс	Друга	11
10.09.2021	Субота	17	Гімнастика	Перша	11
11.09.2021	Понеділок	20	Гімнастика	Перша	11
12.09.2021	Вівторок	17	Бокс	Перша	11
13.09.2021	Середа	23	Бокс	Перша	10
14.09.2021	Четвер	17	Футбол	Перша	10
15.09.2021	П'ятниця	18	Бокс	Друга	11
16.09.2021	Субота	19	Бокс	Третя	12
17.09.2021	Понеділок	24	Бокс	Друга	11
18.09.2021	Вівторок	24	Футбол	Друга	11
19.09.2021	Середа	24	Футбол	Третя	12
20.09.2021	Четвер	20	Футбол	Друга	11
21.09.2021	П'ятниця	7	Бокс	Перша	10
22.09.2021	Субота	19	Футбол	Перша	10
23.09.2021	Понеділок	16	Гімнастика	Перша	11
24.09.2021	Вівторок	20	Бокс	Перша	10
25.09.2021	Середа	10	Гімнастика	Друга	11
26.09.2021	Четвер	26	Гімнастика	Перша	11
27.09.2021	П'ятниця	14	Бокс	Перша	10
28.09.2021	Субота	10	Гімнастика	Друга	11

Зведена таблиця відображає кількість відвідувачів спортивних секцій, розбиту на групи. Зведена таблиця оновлюється автоматично при кожній зміні на панелі *Поля зведеної таблиці*.



- поле «Кількість» в області «Значення», підраховується кількість елементів цього поля.

За цими даними побудуйте зведену таблицю.

Отриманий результат має вигляд

Сумма по полю Кількість		Названия столбцов			
Названия строк	Бокс	Гимнастика	Футбол	Общий итог	
Друга	56	50	44	150	
Перша	126	104	61	291	
Третя	19		24	43	
<b>Общий итог</b>	<b>201</b>	<b>154</b>	<b>129</b>	<b>484</b>	

**Приклад 2.** На який день тижня припадає найбільша відвідуваність спортивної школи?

У цій зведеної таблиці:

- поле «День тижня» розміщується в розділі «Рядки»;
- поле «Кількість» розміщується в розділі «Значення» і елементи цього поля підсумовуються.

За цими даними побудуйте зведену таблицю.

Отриманий результат має вигляд

Названия строк	Сумма по полю Кількість
Вівторок	77
Понеділок	75
П'ятниця	68
Середа	74
Субота	90
Четвер	100
<b>Общий итог</b>	<b>484</b>

**Приклад 3.** Як розподілені спортсмени за групами?

У цій зведеної таблиці:

- поле «Кількість» розміщується в області «Рядки»;
- поле «Кількість» також розміщується в області «Значення», підраховується кількість елементів цього поля;
- поле «Кількість» ще раз поміщено в область «Значення» і підраховуються відсотки кількості елементів цього поля до загального підсумку.

1. За цими даними побудуйте зведену таблицю.

2. Клацніть правою кнопкою миші на одному з елементів стовпця А і виберіть в контекстному меню команду *Групувати*. У діалоговому вікні *Групування* вкажіть, що треба групувати значення цього поля з кроком 5, почати з 6.

3. Клацніть правою кнопкою миші на одному з елементів стовпця В і виберіть в контекстному меню команду *Підсумки по > Кількість*.

4. Клацніть правою кнопкою миші на одному з елементів стовпця С і виберіть в контекстному меню команду *Додаткові обчислення > % від загальної суми*.

Отриманий результат має вигляд

Названия строк	Количество по полю Кількість	Сумма по полю Кількість2
6-10	3	5,58%
11-15	5	14,46%
16-20	12	44,63%
21-26	7	35,33%
<b>Общий итог</b>	<b>27</b>	<b>100,00%</b>

**Приклад 4.** Скільки дітей і якого віку займаються в кожній спортивній секції?

У цій зведеної таблиці:

- поле «Вік» розміщується в області «Фільтри»;
- поле «Вид спорту» розміщується в області «Фільтри»;
- поле «Група» розміщується в області «Фільтри»;
- поле «Група» в області «Рядки»;
- поле «Кількість» розміщується в області «Значення»,

підраховуються кількість елементів цього поля.

У цій зведеної таблиці в область «Фільтри» поміщено два поля. Це дозволяє відобразити тільки ті дані, для яких значення в поле «Вік» дорівнює «12», значення в поле «Вид спорту» дорівнює «Бокс».

Отриманий результат має вигляд

Вік	12	▼
Вид спорту	Бокс	▼
Названия строк	Сумма по полю Кількість	
Перша	29	
Третя	19	
<b>Общий итог</b>	<b>48</b>	

**Завдання 4.** (Робота з нечисловими даними)

1. Створіть таблицю за прикладом.

Регіональні представники	Регіон	Стать
Каріна	Київ	Жіноча
Світлана	Харків	Жіноча
Дмитро	Одеса	Чоловіча
Марина	Київ	Жіноча
Анжеліка	Київ	Жіноча
Євген	Київ	Чоловіча
Євген	Київ	Чоловіча
Станіслав	Харків	Чоловіча
Олексій	Харків	Чоловіча
Катерина	Харків	Жіноча
Ліана	Харків	Жіноча
Михайло	Київ	Чоловіча
Олексій	Київ	Чоловіча
Іван	Одеса	Чоловіча
Юлія	Одеса	Жіноча

2. Створіть на основі таблиці «Регіональні представники» зведену таблицю, яка представляє дані про кількості регіональних представників, розподілених по регіонам і по статі.

Отриманий результат має вигляд

	Жіноча		Чоловіча		Итого Кількість	Итого Відсоток
	Кількість	Відсоток	Кількість	Відсоток		
Київ	3	42,86%	4	50,00%	7	46,67%
Одеса	1	14,29%	2	25,00%	3	20,00%
Харків	3	42,86%	2	25,00%	5	33,33%
<b>Общий итог</b>	<b>7</b>	<b>100,00%</b>	<b>8</b>	<b>100,00%</b>	<b>15</b>	<b>100,00%</b>

### Контрольні питання

1. Розкрийте поняття «зведена таблиця».
2. Для чого призначена зведена таблиця?
3. Опишіть крок за кроком, які дії слід зробити для створення зведеної таблиці.
4. Чи можна оновлювати дані у зведеній таблиці.

## Практична робота № 4

### Тема «Фільтрація зведених таблиць за допомогою зрізів та часової шкали»

**Мета заняття:** навчити створювати зведені діаграми, проводити фільтрацію зведених таблиць за допомогою зрізів та часової шкали.

#### Зміст і хід заняття

3. Створення зведених діаграм.
4. Фільтрація зведених таблиць за допомогою зрізів та часової шкали.
5. Виконання та захист практичного завдання.

#### 4. Створення зведених діаграм.

*Зведені діаграми* – це графічне представлення даних, узагальнених в зведених таблицях.

Excel пропонує кілька способів побудови зведених діаграм:

- Помістити табличний курсор в будь-яку клітинку зведеної таблиці і виконати команду *Робота зі зведеними таблицями > Аналіз > Сервіс > Зведена діаграма*.
- Вибрати будь-яку клітинку в існуючій зведеної таблиці і виконати *Вставка > Діаграми > Зведена діаграма*.
- Виконати команду *Вставка > Діаграми > Зведена діаграма > Зведена діаграма*. Якщо курсор знаходиться поза зведеної таблиці, Excel запросить джерело даних і створить зведену діаграму.
- Виконати команду *Вставка > Діаграми > Зведена діаграма > Зведена діаграма і зведена таблиця*. Excel запросить джерело даних і створить зведену діаграму і зведену таблицю. Ця команда доступна тільки в тому випадку, коли покажчик знаходиться поза зведеної таблиці.

#### *Зауваження про зведені діаграми*

Між зведеною таблицею і зведеної діаграмою Excel автоматично встановлює двосторонній зв'язок. Тому, якщо внесені будь-які структурні зміни в одному з цих об'єктів, ці зміни відразу відображаються на іншому об'єкті.

При активізації зведеної діаграми панель *Поля зведеної таблиці* замінюється панеллю *Поля зведеної діаграми*. На цій панелі область *Легенда (Ряди)* замінює область *Колони*, а область *Вісь (Категорії)* – область *Рядки*.

Поля-кнопки зведеної діаграми містять ті ж елементи управління, що і заголовки полів зведеної таблиці. Ці елементи управління дозволяють фільтрувати дані, відображені в зведеній таблиці та зведеної діаграми.

Тому якщо були внесені будь-які зміни у зведеній діаграмі, то ці зміни будуть відображені і в зведеній таблиці.

Якщо зведена діаграма пов'язана зі зведеною таблицею і видаляється вихідна зведена таблиця, зведена діаграма зберігається. При цьому в формулу Ряд діаграми будуть підставлені вихідні дані зведеної таблиці у вигляді масиву.

За замовчуванням зведена діаграма розташовується на тому робочому листі, де знаходиться вихідна зведена таблиця. Для переміщення зведеної діаграми на інший робочий лист або на лист діаграм, виконати команду *Робота зі зведеними діаграмами > Аналізувати > Дії > перемістити діаграму*.

На основі однієї зведеної таблиці можна створити будь-яку кількість зведених діаграм, при цьому кожен з цих діаграм можна налаштовувати і форматувати незалежно від інших. Але на всіх цих діаграмах будуть відображені одні й ті ж дані.

При виборі звичайної діаграми піктограми відображаються зліва направо: *Елементи діаграми, Стилі діаграми і Фільтри діаграми*. У разі зведених діаграм піктограма *Фільтри діаграми* не відображається.

## 5. Фільтрація зведених таблиць за допомогою зрізів та часової шкали

До зведених таблиць можна також застосовувати зрізи і тимчасову шкалу.

*Зріз* являє собою інтерактивний елемент керування, що дозволяє здійснювати фільтрацію даних у зведеній таблиці. Використання зрізів можливо тільки в Excel 2010 і пізніших версіях. Нижче наводиться зведена таблиця з двома зрізами (рис.2). Кожен зріз являє собою певне поле. В цьому випадку зведена таблиця відображає дані для респондентів, та представлені деякі показники за два місяці.

Сумма по полю	Показники	Названия столбцов	
Названия строк		Фомін	Общий итог
Березень		1574	1252
Січень		1345	1118
<b>Общий итог</b>		<b>2919</b>	<b>2370</b>

Прізвище	Місяць
Іванов	Березень
Попов	Лютий
Фомін	Січень
Шарапов	

Рисунок 2. Приклад зведеної таблиці з двома зрізами

Фільтрацію аналогічного типу можна виконати, скориставшись для цього мітками зведеної таблиці, але зрізи призначені для тих, хто не

розуміє механізм фільтрації в зведеній таблиці. Зрізи можна використовувати для створення зручної у використанні інтерактивної «приладової панелі».

Для того щоб додати один (і кілька) зрізів на робочий лист, вибрати будь-яку клітинку у зведеній таблиці і виконати команду *Вставка > Фільтри > Зріз*. У діалоговому вікні *Вставка зрізів* встановити прапорці для потрібних полів з повного списку всіх полів зведеної таблиці і натиснути кнопку *ОК*.

Зрізи можна переміщати по робочому листу, змінювати їх розміри і зовнішній вигляд. Для видалення результатів фільтрації клацнути на піктограмі, розташованій у верхньому правому куті зрізу.

Для того щоб за допомогою зрізу відфільтрувати дані зі зведеної таблиці, досить клацнути на одній кнопці. Для відображення численних даних натиснути, утримуючи клавішу *Ctrl* клацати на кнопках відповідних зрізів. Для вибору ряду послідовно розташованих кнопок клацнути на першій кнопці і, утримуючи клавішу *Shift* клацнути на останній кнопці набору.

Часові шкали (timeline) (вперше з'явилися в Excel 2013) концептуально подібні зрізам, але цей елемент управління призначений для спрощення фільтрації даних в зведених таблицях за часовими показниками.

Часові шкали застосовуються тільки в тому випадку, коли в зведеній таблиці є поле, відформатоване як дата. Цей засіб не працює з даними часу. Для додавання часової шкали вибрати комірку в зведеній таблиці і виконати команду *Вставка > Фільтри > Часова шкала*. У діалоговому вікні з'явиться перелік всіх полів, відформатованих як дати. Якщо зведена таблиця не містить поле, відформатоване як дата, Excel виведе повідомлення про помилку.

Часова шкала має ті ж можливостями форматування, що і зрізи, тому вона дозволяє створити зручну інтерактивну панель, істотно спрощує фільтрацію зведених таблиць.

## Практичне завдання

**Завдання 1.** Створення зведених діаграм.

1. За даними таблиці побудуйте зведену таблицю.

У цій зведеної таблиці:

- поле «Показники» розміщується в області «Значення»;
- поле «Ім'я» розміщується в області «Колони»;
- поле «Місяць» розміщується в області «Рядки».

Ім'я	Місяць	Показники
Ганна	Січень	23040
Ганна	Лютий	24131
Ганна	Березень	24646
Ганна	Квітень	22047
Ганна	Травень	24971
Ганна	Червень	24218
Ганна	Липень	25737
Ганна	Серпень	26639
Ганна	Вересень	25749
Ганна	Жовтень	24437
Ганна	Листопад	25355
Ганна	Грудень	25899
Володимир	Січень	20024
Володимир	Лютий	23822
Володимир	Березень	24854
Володимир	Квітень	22838
Володимир	Травень	25320
Володимир	Червень	24733
Володимир	Липень	21184
Володимир	Серпень	23174
Володимир	Вересень	2599
Володимир	Жовтень	22639
Володимир	Листопад	23949
Володимир	Грудень	23179

Встановіть табличний курсор на одному з елементів таблиці.

2. Виберіть команду *Робота зі зведеними таблицями > Аналіз > Сервіс > Зведена діаграма*.

3. У діалоговому вікні *Вставка діаграми* виберіть тип діаграми *Графік з маркерами*.

4. Натисніть ОК.

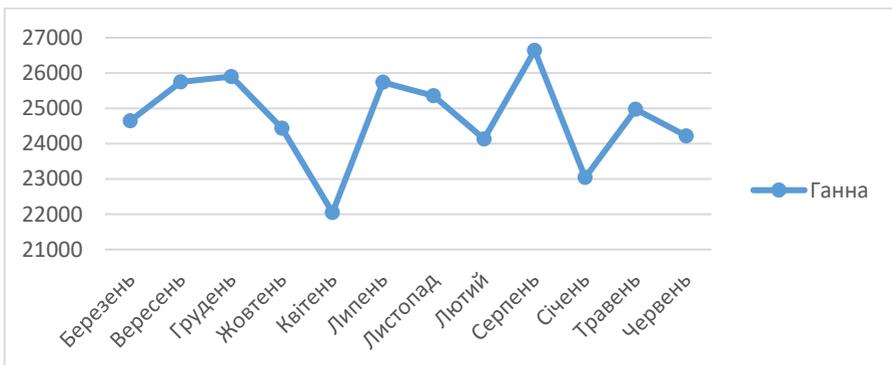
На зведеній діаграмі знаходяться кнопки вибору полів, що дозволяють встановлювати фільтри на дані діаграми.

5. Натисніть лівою кнопкою миші на фільтр кнопки «Ім'я» та залиште лише одну людину «Ганна».

6. Для видалення кнопки вибору полів, виберіть команду *Робота зі зведеними діаграмами > Аналізувати > Показати або приховати > Кнопки полів > Приховати всі*.

7. Змініть мінімальне значення осі ординат. Натисніть правою кнопкою миші на шкалі осі ординат. З контекстного меню виберіть *Формат осі*, змініть мінімальне значення на 21000. Натисніть *Enter*.

Отриманий результат має вигляд



### Завдання 2. Фільтрація зведених таблиць за допомогою зрізів.

Прізвище	Місяць	Показники
Фомін	Січень	1118
Фомін	Лютий	1960
Фомін	Березень	1252
Попов	Січень	1271
Попов	Лютий	1557
Попов	Березень	1679
Шарапов	Січень	1247
Шарапов	Лютий	1238
Шарапов	Березень	1028
Іванов	Січень	1345
Іванов	Лютий	1784
Іванов	Березень	1574

1. Створіть таблицю за прикладом.

2. За цими даними побудуйте зведену таблицю.

У цій зведеній таблиці:

- поле «Показники» розміщується в області «Значення»;

- поле «Прізвище» розміщується в області «Колони»;

- поле «Місяць» розміщується в області «Рядки».

3. Встановіть табличний курсор на одному з елементів зведеної таблиці.

4. Виберіть команду *Вставка > Фільтри > Зріз*.

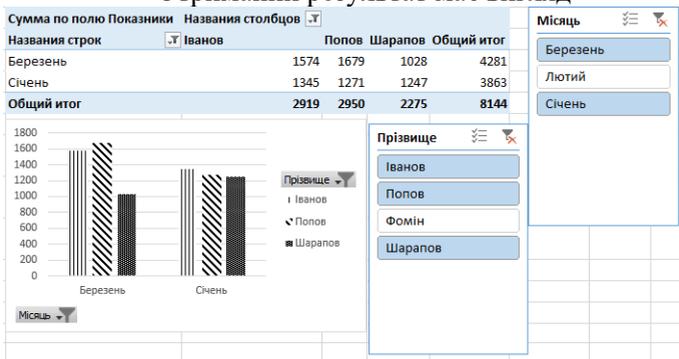
5. У діалоговому вікні *Вставка зрізів* встановіть прапорці для полів «Прізвище» та «Місяць».

6. Натисніть ОК.

7. Утримуючи клавішу Ctrl клацніть на кнопках зрізів: «Фомін», «Лютий».

8. За даними зведеної таблиці побудуйте зведену діаграму.

Отриманий результат має вигляд



**Завдання 3.** Фільтрація зведених таблиць за допомогою часової шкали.

1. Створіть таблицю за прикладом.

2. За цими даними побудуйте зведену таблицю.

У цій зведеній таблиці:

Дата	Команда	Місто	Кількість нагород
20.06.2021	Соколи	Харків	5
21.06.2021	Стріла	Харків	6
21.06.2021	Блискавка	Кіїв	4
22.06.2021	Комета	Кіїв	5
22.06.2021	Дружина	Кіїв	7
09.08.2021	Носороги	Дніпро	8
10.08.2021	Стародавні греки	Харків	10
10.08.2021	Стрижі	Харків	4

- поле «Кількість нагород» розміщується в області «Значення»;
- поле «Команда» розміщується в області «Колони»;
- поле «Місто» розміщується в

області «Строки».

3. Встановіть табличний курсор на одному з елементів зведеної таблиці.

4. Виберіть команду *Вставка > Фільтри > Часова шкала*.

5. У діалоговому вікні Вставка часових шкал встановіть прапорець поруч із полем «Дата».

6. Натисніть ОК.

7. Натисніть на стрілку поруч з відображеним часовим рівнем і виберіть варіант «Дні».

8. Перетягніть смугу прокрутки часової шкали до періоду часу 21–22 червня 2021 р.

Отриманий результат має вигляд

Сумма по полю	Кількість нагород	Названия столбцов		
Названия строк	Блискавка	Соколи	Стріла	Общий итог
Київ	4			4
Харків		5	6	11
<b>Общий итог</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>15</b>

Дата	
20–21 июнь 2021 г.	ДНИ
июнь 2021 г.	
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	

### Контрольні питання

1. Розкрийте поняття «зведені діаграми».
2. Опишіть крок за кроком, які дії слід зробити для створення зведеної діаграми.
3. Опишіть послідовність дій для фільтрації даних зведеної таблиці за допомогою зрізів.

## Практичне заняття № 5

### Тема «Побудова шаблону Дашборда»

**Мета заняття:** закріпити навички роботи з ET Excel; поглибити знання по темі «Дашборди»; навчити будувати шаблони дашбордів в електронній таблиці.

#### Зміст і хід заняття

1. Дашборд. Історія створення.
2. Переваги використання цифрових інформаційних панелей.
3. Дизайн інформаційних панелей.

Виконання та захист практичного завдання.

#### 1. Дашборд. Історія створення.

Дашборд у перекладі з англійської – інформаційна панель або інформаційний стенд, на якому відображаються важливі показники, будь-який такий стенд повинен відображати ситуацію в реальному часі. У контексті роботи з даними дашборд це інтерактивна інформаційна панель, яка замінює кілька таблиць або слайдів. Інтерактивність полягає в тому, що така панель має органи управління, що дозволяють швидко змінювати дані, що виводяться на ній. Такий спосіб подання даних допомагає легше сприймати та аналізувати інформацію, що значно спрощує процес прийняття рішень.

В даний час розроблено безліч різновидів цифрових інформаційних панелей, що використовуються у різних системах управління. Інформаційні панелі для управління часто мають вбудовані модулі, які дозволяють працювати з ключовими показниками ефективності та їх системами, вибрати які з них повинні відстежуватися і т.д.

Ідея цифрових інформаційних панелей виникла після вивчення системи підтримки прийняття рішень у 1970-х роках. Ранні попередники сучасної панелі управління були вперше розроблені у 1980-х роках як Інформаційні системи для керівників (EIS). Через проблеми, в першу чергу з оновленням та обробкою даних, незабаром стало зрозуміло, що цей підхід недоцільний, оскільки інформація часто буває неповною, ненадійною і поширюється надто великою кількістю розрізнених джерел. Таким чином, EIS не розвивалася до 1990-х років, коли інформаційна ера прискорила темпи розвитку сховищ даних, і онлайн-аналітична обробка (OLAP) дозволила панелям моніторингу нормально функціонувати. Тільки в кінці того десятиліття, з появою ключових показників ефективності (KPIs) і введення Роберта С. Каплана і Девіда П. Нортонна Збалансована система показників. Наприкінці 1990-х років. Microsoft

просував концепцію, відому як Цифрова нервова система та «цифрові інформаційні панелі» були описані як одна із складових цієї концепції. Сьогодні використання інформаційних панелей становить важливу частину управління ефективністю багатьох галузей.

## **2. Переваги використання цифрових інформаційних панелей.**

- Візуальна презентація виступу.
- Вміння виявляти та виправляти негативні тенденції.
- Вимірювання ефективності / неефективності.
- Можливість створення докладних звітів, що показують нові тенденції.
- Можливість приймати більш обґрунтовані рішення на основі зібраних даних.
- Заощаджує час порівняно із запуском кількох звітів.
- Отримання повної видимості усіх систем миттєво.
- Швидке виявлення кореляцій даних.
- Консолідована звітність в одному місці.
- Доступно на мобільних пристроях для швидкого доступу до показників.

## **3. Дизайн інформаційних панелей.**

- Середовище, для якого він призначений (настільний комп'ютер, ноутбук, мобільний телефон, планшет).
- Використання візуальних елементів замість табличного представлення даних.
- Гістограми: для візуалізації однієї або кількох серій даних.
- Лінійні діаграми: для відстеження змін у ряді залежних наборів даних за період часу.
- Спарклайни: щоб показати тренд в одному наборі даних.
- Оціночні картки: для відстеження ключових показників ефективності та тенденцій.
- Використання легенд у будь-який час, коли на графіку присутні більше одного кольору або форми.

Хороший інформаційний дизайн чітко передає ключову інформацію користувачам та робить допоміжну інформацію легко доступною.

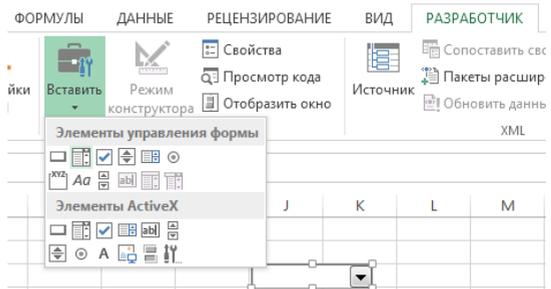
## Практичне завдання

### Завдання 1.

1. Створіть нову книгу Excel з 3-ма листами: «Дашборд», «Дані», «Обробка».
2. Створіть таблицю з вхідними даними на аркуші «Дані» як показано на рисунку.

Місяць	Рівень обслуговування	Показник якості	Продуктивність
Січень	38%	50%	23%
Лютий	68%	67%	76%
Березень	50%	100%	80%
Квітень	94%	68%	29%
Травень	94%	100%	100%
Червень	67%	84%	21%
Липень	74%	54%	28%
Серпень	84%	65%	46%
Вересень	32%	76%	72%
Жовтень	68%	57%	20%
Листопад	31%	53%	56%
Грудень	58%	29%	83%

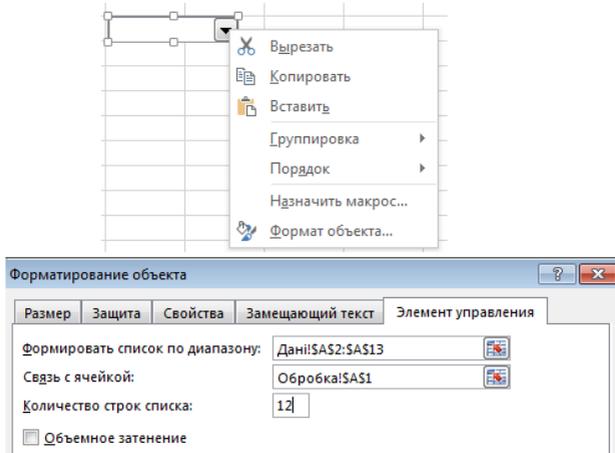
3. На листі «Дашборд» створіть перший керуючий елемент – випадаючий список. В даному випадку раціонально використовувати поле зі списком, оскільки воно має більше налаштувань.



4. Виберіть команди «Розробник» > «Елементи управління» > «Вставити» > «Поле зі списком».

5. Після вибору інструмента намалюйте прямокутник розміром на півтори комірки і вийде випадаючий список.

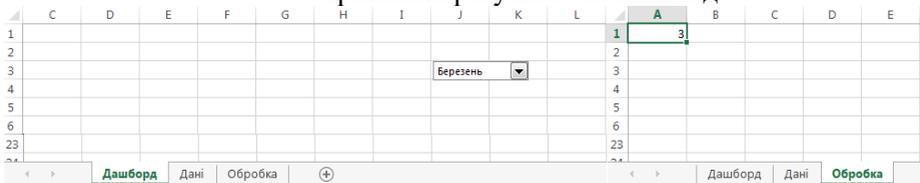
6. Клацніть правою кнопкою мишки по випадаючому списку, і з контекстного меню виберіть опцію: «Формат об'єкта». Після цього з'явиться вікно «Формат елементів управління», яке слід заповнити параметрами, як показано на рисунку:



Як видно з параметрів цей випадаючий список, в даному прикладі налаштовується трьома параметрами на вкладці «Елемент управління»:

- Список відображає значення з діапазону першого стовпця осередків таблиці вхідних даних, посилаючись у першому полі «Формувати список за діапазоном:» за адресою **Дані!\$A\$2:\$A\$13**.
- Друге поле «Зв'язок з коміркою:» дозволяє вказати комірку куди повертатимуться порядкові номери значень списку, що випадає. В даному випадку вони передаються в осередок на адресу **Обробка!\$A\$1**. Наприклад, якщо буде вибрано значення з нашого списку – «Березень» тоді в осередку A1 на аркуші «Обробка» передається число 3 для подальшої обробки.
- «Кількість рядків списку:» – числовий параметр дозволяє нам відображати список, що випадає без смуги прокручування. Вказавши число 12, ми збільшили його розмір на 12 записів, чого не можна зробити зі звичайним списком, що випадає з перевірки даних.

Отриманий результат має вигляд



На аркуші «Обробка» обробляються та готуються всі дані для виведення на дашборд. Необхідно просуватися згори донизу. Спочатку потрібно підготувати дані для верхніх підписів. Для цього створюємо таблицьку вибірки показників за умови отриманого номера місяця, переданого списком, що випадає, на лист «Обробка» в осередок A1.

7. В осередку A2 визначте назву місяця на основі отриманого

числа в осередку A1 за формулою: **=ИНДЕКС(Дані!A2:A13;A1)**

8. Зробіть вибірку з вхідної таблиці на аркуші «Дані» для всіх показників за допомогою функції =ВПР(), скопіювавши формулу у всі інші осередки:

**=ВПР(B\$1;Дані!\$A:\$D;ПОИСКПОЗ(A2;Дані!\$A\$1:\$D\$1;0);0)**

B1		=ИНДЕКС(Дані!A2:A13;A1)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1		3 Березень							
2	Рівень обслуговування								
3	Показник якості								
4	Продуктивність								

B2		=ВПР(B\$1;Дані!\$A:\$D;ПОИСКПОЗ(A2;Дані!\$A\$1:\$D\$1;0);0)							
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1		3 Березень							
2	Рівень обслуговування	50%							
3	Показник якості	100%							
4	Продуктивність	80%							

Дані для верхніх підписів показників – підготовлені.

**Завдання 2.** Побудова вафельного графіка в EXCEL.

Для початку необхідно підготувати значення для графічного виведення інформації на верхній вафельних графіках дашборду. Спочатку необхідно зробити дані для вафельної діаграми за показником «Рівень обслуговування».

Насамперед необхідно перетворити відсоткове значення в числове зберігаючи саме значення числа перед знаком %. Для цього потрібно помножити його на 100, але для запобігання помилкам та простоти відображення на графіку потрібно ще й округлити значення даного показника до цілого числа

1. В осередок E1 введіть підпис – Рів. обслугов.

2. В осередок F1 – =**ОКРУГЛ(B2\*100;0)**.

F1		=ОКРУГЛ(B2*100;0)					
	A	B	C	D	E	F	
1		3 Березень			Рів. обслуг.	50	
2	Рівень обслуговування	50%					
3	Показник якості	100%					
4	Продуктивність	80%					



5. Для створення чорного статичного графіка необхідно виконати ряд послідовних дій:

- Виділіть діапазон комірок R2:AA11 і виберіть інструмент: «Вставка» > «Діаграми» > «Лінійчатa» > «Лінійчатa з накопиченням».

- Натисніть правою кнопкою миші на осі X, щоб змінити налаштування: «Формат осі» > «Параметри осі» > «Межі» > «Максимум» – з 12 на 10.

- Після чого видаліть саму вісь X, потім вісь Y, назву, легенду, сітку – по черзі виділяючи їх та натискаючи клавішу Delete на клавіатурі.

- Подвійним клацанням по будь-якому ряду графіка виконайте налаштування: «Формат ряду даних» > «Параметри ряду» > «Бічний зазор» – 5%.

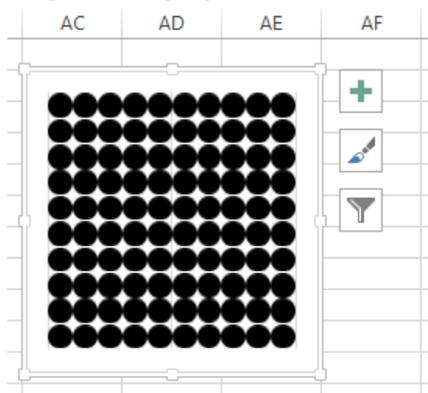
- Поруч біля графіка створіть фігуру у вигляді чорного кола. Виберіть інструмент: «Вставка» > «Ілюстрації» > «Фігури» > «Овал». Утримуючи клавішу SHIFT на клавіатурі, намалуйте коло.

- Вийшло синє коло, тому змініть колір на чорний. Для цього зробіть активною фігуру коло клацнувши по ній лівою кнопкою мишки та виберіть інструмент із додаткового меню: «Формат» > «Стилі фігур» > «Чорна заливка».

- Скопіюйте чорну фігуру кола натиснувши комбінацію клавіш CTRL+C, потім виділіть один із рядів на діаграмі та вставте її натиснувши клавіші CTRL+V на клавіатурі.

- Змініть розміри сторін діаграми, зробивши їх рівними – 5 на 5 см. Клацніть по графіку, зробивши його активним і викликавши його додаткове меню: «Робота з діаграмами» > «Формат» > «Розмір».

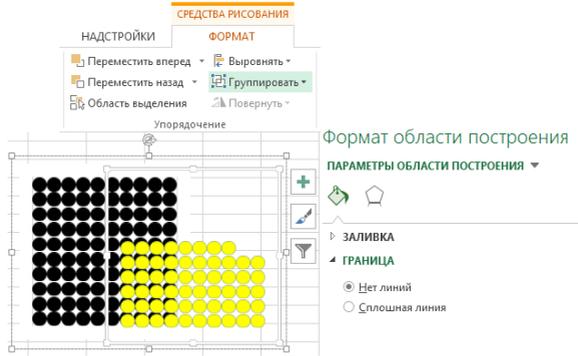
Отриманий результат має вигляд



6. Чорний графік для фону готовий. Тепер створіть динамічний жовтий, але спочатку тимчасово змініть значення 50% на 100% у таблиці вхідних даних (або замість формули тимчасово введіть 100% в осередок F1). Інакше не вдасться створити лінійний графік із накопиченням для діапазону осередків G2:P11. Для створення динамічної вафельної діаграми виконуйте перелічені вище дії, тільки колір фігури кола повинен бути жовтий.

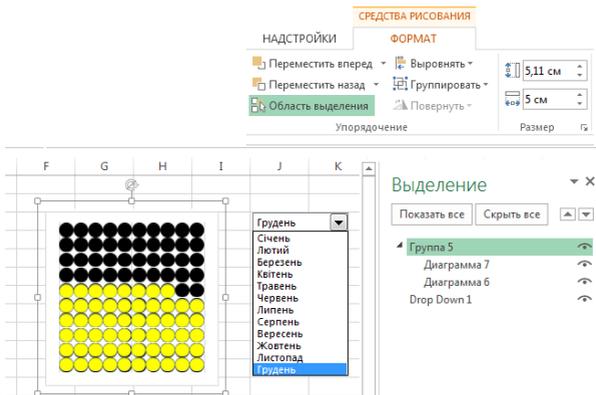
**УВАГА:** Не забудьте змінити значення 100% на 50%!

7. Також для динамічного жовтого графіка слід прибрати заливку фону області. Для цього зробіть подвійне клацання мишкою по фоновій області та виконайте налаштування: «Формат області діаграми» > «Параметри діаграми» > «Заливка» > «Немає заливки».



8. Виділіть два графіки, утримуючи клавішу CTRL на клавіатурі і виберіть інструмент: «Робота з діаграмами» > «Формат» > «Упорядкування» > «Групувати», як показано вище на рисунку.

9. Накладіть один графік на інший і перемістіть групу (вирізати, вставити) на головний аркуш «Дашборд».



Для керування шарами накладання діаграм використовуйте інструмент: «Робота з діаграмами» > «ФОРМАТ» > «Упорядкування» > «Область виділення», як показано вище на малюнку. Динамічний вафельний графік в Excel готовий!

10. Аналогічним чином створіть ще два вафельні графіки для показників: «Показник якості» та «Продуктивність».

**Завдання 3.** Побудова шаблону Дашборда в EXCEL.

1. Нижче під вафельними діаграмами на дашборді необхідно розташувати три перемикачі для нижнього графіка (під ними). Щоб створити перемикачі на листі «Дашборд», виберіть інструмент: «Розробник» > «Елементи керування» > «Вставити» > «Перемикач». Після цього клацніть по ньому правою кнопкою мишки і в контекстному меню вибираємо опцію «Формат об'єкта».

2. У діалоговому вікні «Формат елемента керування», що з'явилося, на вкладці «Елемент керування» в полі введення «Зв'язок з осередком:» вкажіть посилання для виведення числових значень в осередок за адресою: **Обробка!\$A\$6**.

3. Скопіюйте новий елемент керування – перемикач, 2 рази для створення його копій іншим показником. Тепер при перемиканні перемикача на листі «Обробка» в осередку А6 повертатимуться числові значення 1,2 і 3. Залежно від обраного перемикача.

Для підготовки даних для нижнього графіка, що динамічно змінюється, при перемиканні необхідно спочатку на аркуші «Обробка» зробити підготовку та обробку всіх необхідних значень.

4. На аркуші «Обробка» заповніть діапазон осередків А7:А18 зовнішніми посиланнями на осередки з іншого аркуша «Дані» в діапазоні А2:А13, щоб отримати список повних назв місяців із таблиці вхідних даних.

5. У наступному стовпці таблички для динамічного нижнього графіка будуть знаходитись скорочені назви цих же місяців для комфортного відображення їх на осі Х. Використовуйте функцію обрізки тексту =ЛЕВСИМВ() із зазначеним параметром 3 символу, які потрібно залишити з початку рядка: =ЛЕВСИМВ(А7;3)

B7		=ЛЕВСИМВ(A7;3)	
	A	B	C
1	12	Грудень	
2	Рівень обслуговування	58%	
3	Показник якості	29%	
4	Продуктивність	83%	
5			
6		3 місяць	
7	Січень	Січ	
8	Лютий	Лют	
9	Березень	Бер	
10	Квітень	Кві	
11	Травень	Тра	
12	Червень	Чер	
13	Липень	Лип	
14	Серпень	Сер	
15	Вересень	Вер	
16	Жовтень	Жов	
17	Листопад	Лис	
18	Грудень	Гру	

6. Для динамічної зміни назви графіка в осередку С6 створіть формулу вибірки найменування показника за умовою: **=ИНДЕКС(Дані!В1:D1;Обробка!А6)**

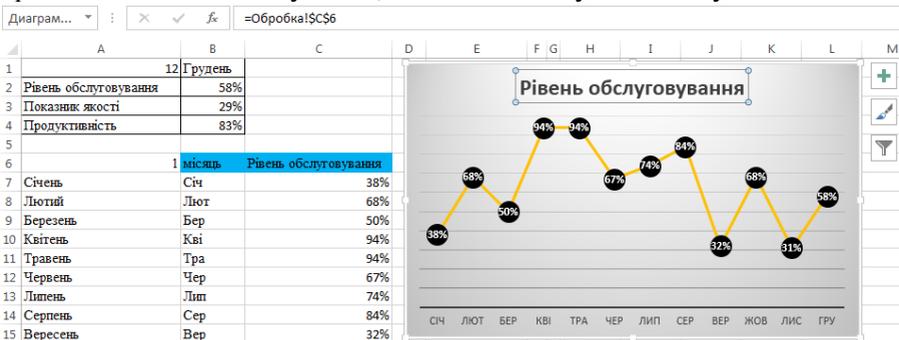
C6		=ИНДЕКС(Дані!В1:D1;Обробка!А6)	
	A	B	C
1	12	Грудень	
2	Рівень обслуговування	58%	
3	Показник якості	29%	
4	Продуктивність	83%	
5			
6		1 місяць	Рівень обслуговування
7	Січень	Січ	
8	Лютий	Лют	

7. У третьому стовпці необхідно зробити вибірку даних за умовою таблиці вхідних даних. Умова полягає в наступному якщо в комірці А6 повернуто число 1 тоді за допомогою функції ВІР будуть обрані значення для показника «Рівень обслуговування» по стовпцю 1, якщо 2 – «Показник якості» по стовпцю 2 і якщо 3 – «Продуктивність». Реалізується це завдання за допомогою формули: **=ВІР(A7;Дані!\$A\$1:\$D\$13;\$A\$6+1;0)**

C7		=ВПР(A7;Дані!\$A\$1:\$D\$13;\$A\$6*1;0)				
A	B	C	D	E	F	G
1	12	Грудень		Рів. обслуг.	58	0
2	Рівень обслуговування	58%				1
3	Показник якості	29%				1
4	Продуктивність	83%				1
5						1
6	1	місяць	Рівень обслуговування			1
7	Січень	Січ	38%			1
8	Лютий	Лют	68%			1
9	Березень	Бер	50%			1
10	Квітень	Кві	94%			1
11	Травень	Тра	94%			1
12	Червень	Чер	67%			1
13	Липень	Лип	74%	Показ. якості	29	0
14	Серпень	Сер	84%			1
15	Вересень	Вер	32%			1
16	Жовтень	Жов	68%			1
17	Листопад	Лис	31%			1
18	Грудень	Гру	58%			1

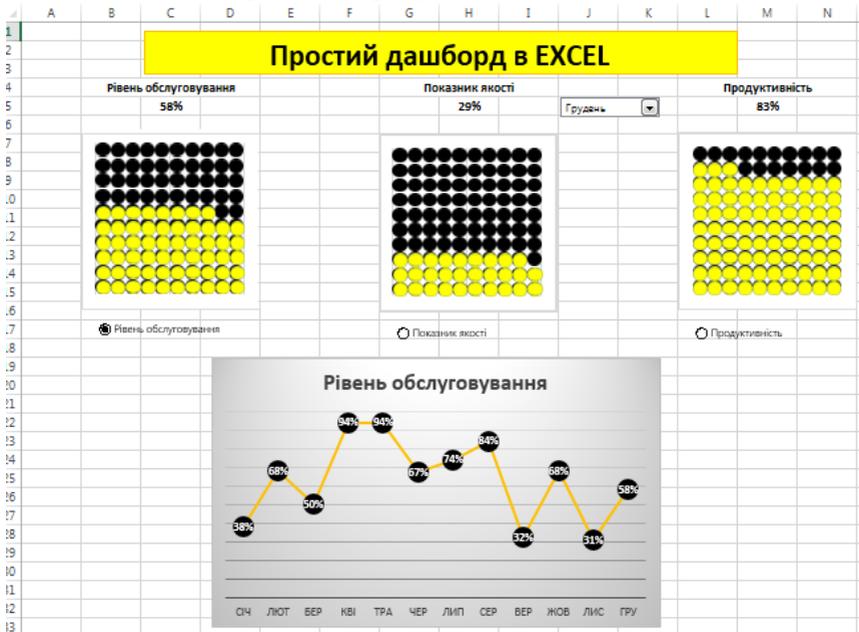
Для створення нижнього графіка необхідно виконати ряд дій:

- Виділіть діапазон осередків B7:C18 та виберіть інструмент: «Вставка» > «Діаграми» > «Графік з маркерами».
- З додаткового меню виберіть стиль його оформлення: «Робота з діаграмами» > «Стилі діаграм» > «Стиль 2»:
- Зробіть подвійне клацання лівої клавіші мишки по лінії графіка, щоб у вікні «Формат ряду даних» змінити колір лінії (жовтий) і маркерів (чорний).
- Щоб автоматично змінювалася назва графіка, слід клацнути на саму назву, зробивши її активною, а потім у рядку формул слід ввести знак дорівнює (=) і клікнути по осередку (в даному прикладі C6) з якого слід брати значення найменування, а потім натиснути клавішу Enter.



8. Після всіх оформлень перенесіть графік на головний аркуш Дашброд. Там же виконайте всі необхідні додаткові оформлення.

Отриманий результат має вигляд



### Контрольні питання

6. Дайте визначення поняттю «Дашборд».
7. Назвіть основні переваги використання цифрових інформаційних панелей.
8. Як створити шаблон дашборда.
9. Назвіть основні компоненти проектування інформаційних панелей.

### Практичне заняття № 6

#### Тема «Побудова графіків функцій. Побудова поверхонь»

**Мета заняття:** розглянути метод побудови графіків функцій; пояснити правила запису математичних функцій; розглянути метод побудови поверхонь.

#### Зміст і хід заняття

1. Побудова графіків функцій.
  2. Математичні функції в Microsoft Excel.
  3. Побудова поверхонь.
- Виконання та захист практичного завдання.

## 1. Побудова графіків функцій.

Робота з побудови графіків функцій передбачає використання наступної методики:

1. Підготувати діапазон області визначення функції (або функцій) за допомогою маркера автозаповнення.

2. Розрахувати значення функції (функцій) в цьому діапазоні, використовуючи формули та функції робочого листа MS Excel та маркер автозаповнення.

3. Виділити діапазон області визначення та області значення функції (функцій) та скористатися макетом побудови діаграм. Для побудови графіків краще використовувати типи діаграм *Графік* та *Точкова*.

## 2. Математичні функції в Microsoft Excel.

Математичні функції у Microsoft Excel (табл.1) призначені для обчислення математичних величин, необхідних під час проведення розрахунків.

Таблиця 1

Коротка характеристика математичних функцій

Функція	Опис
ABS(число)	повертає модуль (абсолютну величину) числа
ACOS(число)	повертає арккосинус числа
ACOSH(число)	повертає гіперболічний арккосинус числа
ASIN(число)	повертає арксинус числа
ASINH(число)	повертає гіперболічний арксинус числа
ATAN(число)	повертає арктангенс числа
ATAN2(x; y)	повертає арктангенс для заданих координат x та y
ATANH(число)	повертає гіперболічний арктангенс числа
COS(число)	повертає косинус числа
COSH(число)	повертає гіперболічний косинус числа
EXP(число)	повертає число e, зведене в вказану ступінь
LN(число)	повертає натуральний логарифм числа
LOG(число; основа)	повертає логарифм числа за заданою основою
LOG10(число)	повертає десятковий логарифм числа
SIN(число)	повертає синус заданого кута
SINH(число)	повертає гіперболічний синус числа
TAN(число)	повертає тангенс числа
TANH(число)	повертає гіперболічний тангенс числа
ГРАДУСИ(кут)	перетворює радіани в градуси
КОРЕНЬ(число)	повертає позитивне значення квадратного кореня

ОСТАТ(число; дільник)	повертає залишок від розподілу
ПІ()	повертає число пі
РАДІАНИ(кут)	перетворює градуси на радіани
СТУПЕНЬ (число; ступінь)	повертає результат зведення числа до ступеня
СУМ (число1; число2; ...)	підсумовує аргументи

## 2. Побудова поверхонь.

Загальне рівняння поверхонь другого порядку має вигляд рівняння другого ступеня:

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + 2Dxy + 2Eyz + 2Fxz + 2Gx + 2Yy + 2Kz + L = 0,$$

у якому принаймні один з коефіцієнтів А, В, С, D, Е, F не можуть дорівнювати 0 одночасно. Існує п'ять основних типів поверхонь: еліпсоїди; гіперболоїди; параболоїди; конуси другого порядку; циліндри другого порядку.

Для вирішення завдання необхідно:

1. Записати умову завдання на робочому аркуші Excel за допомогою редактора формул.
2. Побудувати таблицю значень аргументів  $x$ ,  $y$  та функції  $z(x, y)$ .
3. Побудувати графік функції (поверхня) за допомогою майстра діаграм.

### Практичне завдання

**Завдання 1.** Побудуйте графік функції  $y = \cos^2(3\pi x)$  на відрізку  $[-1; 1]$  с кроком 0,2.

1. Для побудови графіка функції спочатку збудуйте таблицю її значень за різних значень аргументу. Для цього в відповідні комірки робочого листа введіть необхідні підписи для даних:

- у комірку **B1** – текст: **Графік функції**;
- у комірку **B3** – текст: **Основна таблиця**;
- у комірку **E3** – текст: **Допоміжна таблиця**;
- у комірки **B4** та **C4** – відповідно  $x$  та  $y$ ;
- в комірки **E4** та **F4** – відповідно  $x_0$  та **крок**;
- в комірки **E5** та **F5** – відповідно початкове значення відрізка – **-1**

та значення **кроку** – **0,2**.

2. У комірку **B5** введіть формулу  $=E5$ , а в комірку **E6** введіть наступну формулу, використовуючи для введення абсолютного посилання функціональну клавішу F4:  $=B5+\$F\$5$ , яка далі копіюється на діапазон B7: B15.

3. У комірку **C5** введіть формулу, використовуючи Майстер функцій:  $=\text{COS}(3*\text{ПІ}()*\text{B5})^2$  яка далі копіюється на діапазон **C6:C15**.

4. Відформатуйте комірки з даними та текстом як показано на рисунку 3, використовуючи відповідні кнопки пункту меню **Головна**.

	A	B	C	D	E	F
1		Графік функції		$y = \cos^2(3\pi x)$		
2						
3		Основна таблиця		Допоміжна таблиця		
4		x	y	x0	крок	
5		-1	1	-1	0,2	
6		-0,8	0,09549	-0,8		
7		-0,6	0,65451	-0,6		
8		-0,4	0,65451	-0,4		
9		-0,2	0,09549	-0,2		
10		0	1	0		
11		0,2	0,09549	0,2		
12		0,4	0,65451	0,4		
13		0,6	0,65451	0,6		
14		0,8	0,09549	0,8		
15		1	1	1		

Рисунок 3. Результат табуляції функції

5. Виділіть діапазон осередків **B5:C15**, за якими будете будувати графік функції, потім виконайте команду **Вставка – Діаграми – Точкова діаграма** та виберіть третій тип діаграми (**точкова з гладкими кривими**):

6. Приведіть графік заданої функції як показано на рисунку 4, використовуючи відповідні кнопки пункту меню **Конструктор, Макет, Формат**.



Рисунок 4. Результат побудови графіка функції

**Завдання 2.** Побудуйте в одній системі координат графіки функцій  $y = 2\sin^2(3\pi x)\cos^3(\pi x)$  та  $z = 3\cos^2(2\pi x)\sin(\pi x)$  на відрізку  $[-2; 2]$  з кроком 0,2.

1. Для побудови графіків функцій спочатку побудуйте таблицю значень за різних значень аргументу. Для цього в відповідні комірки робочого листа введіть необхідні підписи для даних:

- у комірку **B1** – текст: **Графіки функцій**;
- у комірку **B3** – текст: **Основна таблиця**;
- у комірку **F3** – текст: **Допоміжна таблиця**;
- у комірки **B4, C4 та D4** – відповідно **x, y та z**;
- у комірки **F4 та G4** – відповідно **x0 та крок**;
- у комірки **F5 та G5** – відповідно початкове значення відрізка – **2**

та значення **кроку** – **0,2**.

2. У комірку **B5** введіть формулу = F5, а в комірку **F6** введіть наступну формулу, використовуючи для введення абсолютного посилання функціональну клавішу F4: =B5+\$G\$5, яка далі копіюється на діапазон **B7:B25**.

3. У комірку **C5** введіть формулу, використовуючи **Майстер функцій**: =2\*SIN(3\*П()\*B5)^2\*COS(П()\*B5)^3 яка далі копіюється на діапазон **C6:C25**.

4. У комірку **D5** введіть формулу, використовуючи **Майстер функцій**: =3\*COS(2\*П()\*B5)^2\*SIN(П()\*B5) яка далі копіюється на діапазон **D6:D25**.

5. Відформатуйте комірки з даними та текстом як показано на рисунку 5, використовуючи відповідні кнопки пункту меню **Головна**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Графіки функцій			$y=2\sin^2(3\pi x)\cos^3(\pi x)$ та $z=3\cos^2(2\pi x)\sin(\pi x)$				
2									
3		Основна таблиця				Допоміжна таблиця			
4		x	y	z		x0	крок		
5		-2	0,00000000	0,00000000		-2	0,2		
6		-1,8	0,95788987	0,16838549		-1,8			
7		-1,6	0,02038987	1,86742371		-1,6			
8		-1,4	-0,02038987	1,86742371		-1,4			
9		-1,2	-0,95788987	0,16838549		-1,2			
10		-1	0,00000000	0,00000000		-1			
11		-0,8	-0,95788987	-0,16838549		-0,8			
12		-0,6	-0,02038987	-1,86742371		-0,6			
13		-0,4	0,02038987	-1,86742371		-0,4			
14		-0,2	0,95788987	-0,16838549		-0,2			
15		0	0,00000000	0,00000000		0			
16		0,2	0,95788987	0,16838549		0,2			
17		0,4	0,02038987	1,86742371		0,4			
18		0,6	-0,02038987	1,86742371		0,6			
19		0,8	-0,95788987	0,16838549		0,8			
20		1	0,00000000	0,00000000		1			
21		1,2	-0,95788987	-0,16838549		1,2			
22		1,4	-0,02038987	-1,86742371		1,4			
23		1,6	0,02038987	-1,86742371		1,6			
24		1,8	0,95788987	-0,16838549		1,8			
25		2	0,00000000	0,00000000		2			
26									

Рисунок 5. Результат табуляції функції

6. Виділіть діапазон осередків **B5:D25**, за якими буде будувати графік функції, потім виконайте команду **Вставка – Діаграми – Точкова діаграма** та виберіть третій тип діаграми (**точкова з гладкими кривими**):

7. Приведіть графік заданої функції як показано на рисунку 6, використовуючи відповідні кнопки пункту меню **Конструктор, Макет, Формат**.

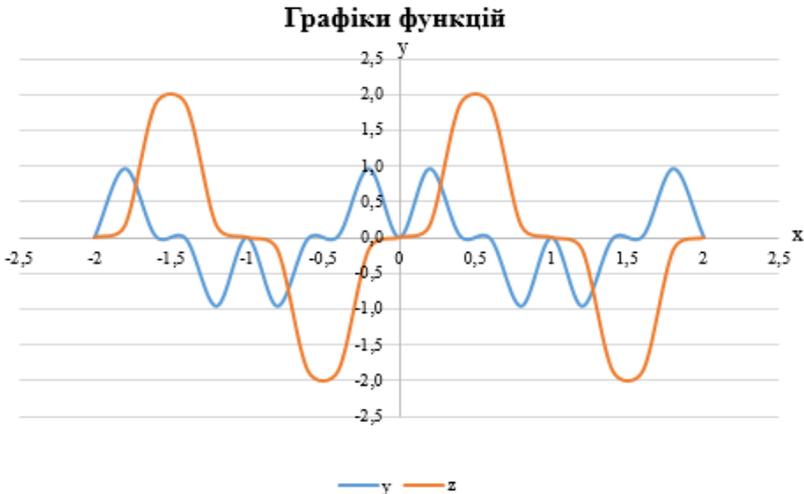


Рисунок 6. Результат побудови графіків функцій

**Завдання 3.** Побудуйте поверхню  $z=x^2-y^2$  при  $x, y \in [-1; 1]$ .

1. У відповідні комірки робочого листа введіть необхідні підписи для даних та їх значення:

- в комірку **B1** – текст: **Побудова поверхні**;
- у комірку **B3** – текст: **x/y**;
- у діапазон осередків **B4:B14** – послідовність значень: **-1; -0,8; ... 1,0** змінної **x**;
- у діапазон осередків **C3:M3** – послідовність значень: **-1; -0,8; ... 1,0** змінної **y**;

2. У комірку **C4** введіть формулу:  $=B4^2-C3^2$  використовуючи для введення абсолютного посилання функціональну клавішу **F4**. Виділіть комірку **C4** та за допомогою маркера автозаповнення протягніть його, щоб заповнити діапазон **C4:M14**.

3. Відформатуйте комірки з даними та текстом як показано на рисунку 7, використовуючи відповідні кнопки пункту меню **Головна**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Побудова поверхні			$z=x^2-y^2$								
2													
3		x/y	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
4		-1,0	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,6	0,4	0,0
5		-0,8	-0,4	0,0	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	0,0	-0,4
6		-0,6	-0,6	-0,3	0,0	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,0	-0,3	-0,6
7		-0,4	-0,8	-0,5	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	-0,2	-0,5	-0,8
8		-0,2	-1,0	-0,6	-0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,6	-1,0
9		0,0	-1,0	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	-1,0
10		0,2	-1,0	-0,6	-0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,6	-1,0
11		0,4	-0,8	-0,5	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	-0,2	-0,5	-0,8
12		0,6	-0,6	-0,3	0,0	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,0	-0,3	-0,6
13		0,8	-0,4	0,0	0,3	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	0,0	-0,4
14		1,0	0,0	0,4	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	0,8	0,6	0,4	0,0

Рисунок 7. Результат табуляції функції двох змінних

4. Виділіть діапазон осередків **C4:M14**, за значеннями якого будуватимете поверхню, потім виконайте команду **Вставка – Діаграми – Поверхня** та виберіть перший тип поверхні:

5. Наведіть графік заданої функції як показано на рисунку 8, використовуючи відповідні кнопки пунктів меню **Конструктор, Макет, Формат**.

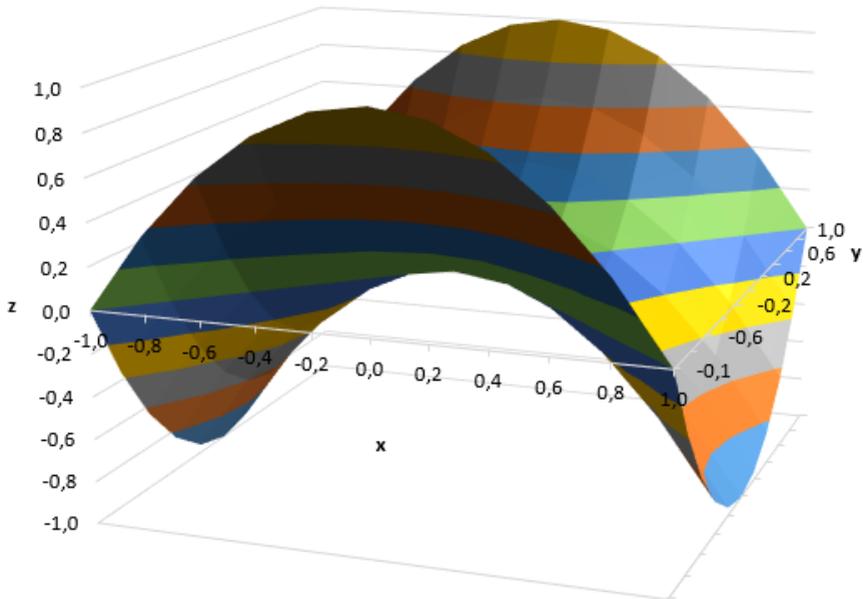


Рисунок 8. Результат побудови поверхні

**Завдання 4.** Побудуйте поверхню другого порядку  $z^2 + \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$  при  $x, y \in [-5; 5]$ .

1. У відповідні комірки робочого листа введіть необхідні підписи для даних та їх значення:

- в комірку **B2** – текст: **Побудова поверхні**  $z^2 + \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ ;
- у комірку **B5** – текст: **x/y**;
- у діапазон осередків **B6:B27** – послідовність значень від **-5 до 5** з кроком 1, причому кожне значення дублюється двічі;
- у діапазон осередків **C5:M5** – послідовність значень від **-5 до 5** із кроком 0,1, причому кожне значення дублюється двічі.

2. У комірку **B5** введіть текст **Допоміжні числа**, діапазон A7:A27 введіть повторювані числа 2 і 3 (для використання у формулі).

3. У комірку **C6** введіть формулу:  
 $=\text{КОРІНЬ}(1-\$B6^2/9-C\$5^2/4)*\text{ЯКЩО}(\text{ОСТАТ}(\$A7;2)=0;1;-1)$   
 використовуючи для введення абсолютного посилання функціональну клавішу F4. Виділіть комірку **C6** та за допомогою маркера автозаповнення протягніть його так, щоб заповнити діапазон **C6: X27**.

4. Відформатуйте комірки з даними та текстом як показано на рисунку 9, використовуючи відповідні кнопки пункту меню **Головна**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1																								
2			Побудова поверхні		$z^2 + \frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$																			
3																								
4																								
5		Допоміжні числа	x/y																					
6				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
7				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
8				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
9				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
10				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
11				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
12				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
13				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
14				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
15				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
16				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
17				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
18				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
19				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
20				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
21				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
22				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
23				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
24				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
25				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
26				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число
27				число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число	число

Рисунок 9. Результат таблиці функції двох змінних

5. Виділіть діапазон осередків **C6:X27**, за значеннями якого будуватимете поверхню, потім виконайте команду **Вставка – Діаграми – Поверхня** та виберіть перший тип поверхні.

6. Наведіть графік заданої функції як показано на рисунку 10, використовуючи відповідні кнопки пунктів меню **Конструктор, Макет, Формат**.

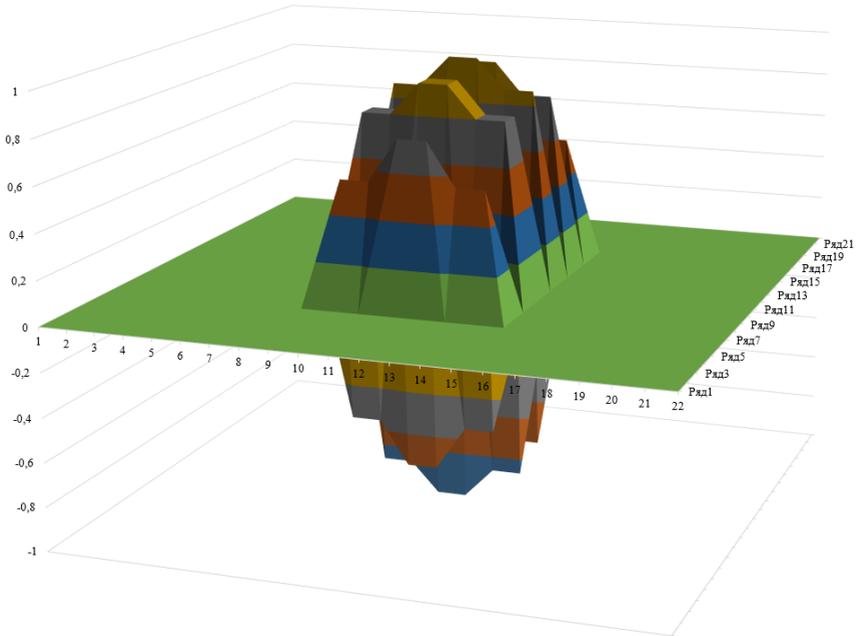


Рисунок 10. Результат побудови поверхні

**Завдання 5.**

1. Побудуйте графік функції  $y=5\sin(x)\cos(3x+1)$ .
2. Побудуйте в одній системі координат графіки функцій  $y=5\sin(3x)\cos(x)$  та  $z=\cos^2(2x)\sin(\pi x)$ .
3. Побудуйте поверхню  $z=x^2\sin(x)-2y^3$ .
4. Побудуйте поверхню другого порядку  $x^2+y^2+z^2=1$ .

**Контрольні питання**

1. Опишіть послідовність методики побудови графіків функцій.
2. Дайте коротку характеристику математичним функціям.
3. Який вигляд має загальне рівняння поверхонь другого порядку.

## Практичне заняття № 7

### Тема «Методи автоматизованого збору емпіричних даних»

**Мета заняття:** ознайомитись із основними можливостями роботи з сервісом Google Forms. Закріпити навички створення форми з анкетною або тестом.

#### Зміст і хід заняття

1. Коротка характеристика сервісу Google Forms.
2. Етапи створення форми з анкетною або тестом.  
Виконання та захист практичного завдання.

#### 1. Коротка характеристика сервісу Google Forms.

*Google Forms (Гугл форми)* – сервіс для створення анкет, опитувань та тестів, результати яких можна збирати через мережу Інтернет.

Переваги опитувань, створених через сервіс Google Forms:

- Легкість використання;
- Інтеграція з іншими сервісами Google (Диск, Таблиці, Документи, Презентації, Ютуб);
- Збирання результатів у Google таблиці з можливістю їх подальшої автоматизованої обробки або переведення до програми MS Excel;
- Можливість охопити опитуванням велику кількість людей за невеликий проміжок часу – достатньо просто відправити посилання на електронну пошту, в месенджері або опублікувати його на інтернет-сайті чи в соціальній мережі.

До суттєвих недоліків застосування Google Forms для психологічного тестування можна віднести відсутність вбудованих функцій та інструментів для обчислення кількісних показників тестів у відповідності до шкал та ключів методик. У зв'язку з цим виникає необхідність застосування для цього інструментарію програми MS Excel або сервісу Google таблиці, а це вимагає від користувача відповідних знань, навичок та досвіду.

#### 2. Етапи створення форми з анкетною або тестом.

I етап розробки психологічного тесту в Google Forms передбачає створення форми, додавання до неї запитань тесту та варіантів відповідей.

Для реалізації цього етапу необхідно виконати наведені нижче кроки.

1. Обрати психодіагностичну методику (тест), яку необхідно перевести у Google Forms. Знайти описання цієї методики у надійному інформаційному джерелі (бажано в психодіагностичному довіднику або на перевіреному спеціалізованому інтернет-ресурсі).

2. Відкрити сервіс Google Forms за посиланням

<https://docs.google.com/forms/u/0/>, або ввівши відповідний запит до пошукового Google.

3. Вибрати один з доступних шаблонів форми, або (бажано) натиснути «Пустий файл» для створення власної форми. Слід зазначити, що спеціального шаблону для психологічних тестів у сервісі не передбачено.

4. Введіть назву форми (наприклад, назву тесту). В поле «Опис» додайте відповідну інформацію за потреби, наприклад, інструкцію до тесту.

5. В поле «Питання без заголовку» введіть запитання тесту. Бажано зазначити порядковий номер запитання.

6. Оберіть тип варіантів відповіді, вибравши необхідний зі списку, що розкривається.

7. Введіть перший варіант відповіді в поле «Варіант 1».

8. Щоб додати ще один варіант, натисніть «Додати опцію».

9. Якщо пропуск питання не дозволяється, ввімкніть параметр «Обов'язково».

10. Для додавання наступного питання натисніть «+». Якщо всі запитання мають однакові варіанти відповідей (в більшості психологічних тестів), зручно додавати наступне запитання шляхом копіювання попереднього з подальшою зміною лише формулювання запитання.

До кожного запитання можна додавати зображення та відео. Також можна імпортувати (переносити) запитання з інших форм, додавати запитання з заголовком та описом, ділити тест на окремі розділи. Управління цими параметрами відбувається через панель праворуч від форми.

Якщо необхідно зібрати анкетні дані респондентів (наприклад, прізвище та ім'я, дату народження, рівень освіти тощо) доцільно поділити тест на 2 розділи: перший для цих відомостей, 2 – безпосередньо для тесту.

Створений тест є анонімним, якщо адміністратор не збирає ідентифікаційні дані або не збирає адреси електронної пошти (параметр вмикається в налаштуваннях, респонденти бачать повідомлення про це на початку тесту).

11. На будь-якому етапі створення форми її можна переглянути в тому вигляді як її побачать користувачі респонденти. Для цього необхідно натиснути на зображення ока на верхній панелі. В режимі перегляду можна також відповісти на тест, результати будуть збережені.

12. Результати опитування можна побачити, перейшовши на вкладку «Відповіді». На даній сторінці відображається статистика відповідей. За допомогою перемикача «Приймати відповіді» можна розпочати та зупинити збирання відповідей. Результати можна також перевести до

електронної таблиці сервісу Google таблиці, натиснувши відповідну піктограму.

12. Надіслати форму респондентам можна натиснувши кнопку «Надіслати». Доступні наступні варіанти: надіслати електронною поштою, отримати посилання, вставити як фрагмент HTML-коду на власний сайт, поділитися через Facebook.

Після початку роботи з формою вона автоматично зберігається на Google Диску.

### **Практичне завдання**

Зібрати результати психодіагностичного обстеження за допомогою сервісу Google Forms.

Для цього виконати такі етапи:

- обрати психологічну тестову методику (з невеликою кількістю запитань або завдань);
- перевести методику у Google Forms, створивши питання та варіанти відповідей;
- в режимі перегляду відповіді на питання тесту, для збору даних можна залучити однокласників або знайомих, попередньо відправивши їм посилання на тест;
- здійснити автоматичну обробку отриманих даних (перевести дані виражені в номінальній шкалі в кількісні результати) за допомогою MS Excel або Google Таблиць;
- оформити результати у вигляді Google таблиці згідно шкалами тесту;
- створити коротке посилання на форму та QR-код.

В Moodle відправляється посилання на форму та таблицю з результатами. Для перевірки викладачу надаються права доступу для редагування.

### **Контрольні питання**

1. Що представляє собою сервіс Google Forms? Назвіть його можливості.
2. Чи може застосовуватися сервіс Google Forms для анкетування, тестування навчальних успіхів, психодіагностичного тестування? Назвіть обмеження сервісу для кожної з зазначених функцій.
3. Чи можливо гарантувати анонімність при використанні сервісу Google Forms для психодіагностичних досліджень?

## Практичне заняття № 8

### Тема «Робота з редактором Google-таблиці»

**Мета заняття:** ознайомитись із основними можливостями роботи з електронними таблицями онлайн-офісу. Закріпити навички створення, редагування, та форматування таблиць, проводити нескладні обчислення, надавати спільний доступ для інших користувачів.

#### Зміст і хід заняття

##### 1. Загальні теоретичні відомості.

Виконання та захист практичного завдання.

##### 1. Загальні теоретичні відомості.

Для роботи з електронними таблицями використовується редактор Google Sheets, що дозволяє заносити дані до рядків і стовпчиків електронної таблиці, а також проводити нескладні обчислення.

Програма допускає перетворення даних і у формат Microsoft Excel та Open Document.

Передбачена можливість доступу інших користувачів до створеної таблиці як з правом редагування, так і без (щонайбільше десяти користувачам одночасно).

За допомогою електронних таблиць Google можна:

- імпортувати й експортувати файли типів \*.xls, \*.pdf або \*.html-файли;
- формувати комірки і змінювати формули, обчислюючи їх результати,

і відображати дані в потрібному вигляді;

- спілкуватися в режимі реального часу з іншими користувачами, що змінюють цю ж таблицю;

- вставляти таблицю або її частину у свій блог або на Web-сайт.

Щоб розпочати роботу з електронними таблицями, необхідно виконати наступні дії, а саме на диску Google натиснути кнопку Створити таблицю.

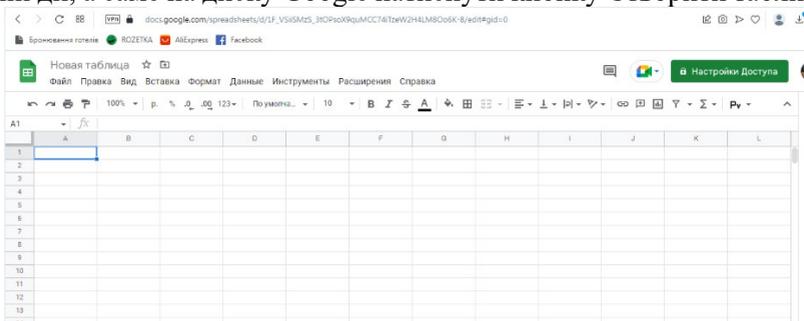


Рисунок 11 – Вікно електронних таблиць Google

Отримаємо вікно вигляду (рис. 11), яке містить такі вкладки: Файл, Редагувати, Вигляд, Вставити, Формат, Дані, Інструменти, Доповнення.

Під час роботи з документом, якщо ви не назвали його на початку роботи, він буде автоматично збережений під назвою, яка складається з декількох перших слів набраного тексту. Щоб уникнути цього, необхідно зберегти документ на початку роботи (ще до набору тексту) або перейменувати його пізніше, після завершення роботи.

На панелі інструментів головного вікна електронних таблиць знаходяться кнопки: роздрукувати, повернення, назад, формат заливки, грошовий та процентний формат, зменшити (збільшити) кількість десяткових цифр, інші формати, назва та розмір шрифту, жирний, курсив, закреслення, колір тексту, колір заповнення, межі комірки, об'єднання комірок, вирівнювання по горизонталі та вертикалі, перенесення тексту в декілька рядків у комірці, гіперпосилання, коментар, діаграма, фільтр, функції, транслітерація.

Інтерфейс вікна електронних таблиць дуже схожий на інтерфейс звичайного MS Excel 2010. Наявні усі засоби редагування і форматування комірок та роботи з діаграмами, як і у звичайному офісному редакторі, що встановлений на персональному комп'ютері.

Для надання спільного доступу редагування або перегляду електронних таблиць використовується кнопка Спільний доступ.

### Практичне завдання

1. Надайте відповіді на запитання методики оцінки психічних станів Г. Айзенка. Підрахуйте тестові бали за шкалами методики (тривожність, фрустрація, агресивність, ригідність). Запишіть порядок роботи над методикою.

2. Заповніть таблицю 1, вписавши в неї свої результати та результати однокласників.

№ респ.	Стать	Вік	Тип темпераменту	Тривожність	Фрустрація	Агресивність	Ригідність

3. Укажіть тип вимірювальної шкали для кожного стовпця таблиці.
4. Знайдіть середній вік респондентів вибірки.
5. Використовуючи статистичні функції, підрахуйте кількість чоловіків і кількість жінок.

6. Проранжуйте емпіричні дані за змінною «Фрустрація» за зростанням, а за змінною «Ригідність» – за спаданням.

7. Надайте спільний доступ для 3 користувачів, щоб вони відредагували ваш документ, і перегляньте створені зміни кожним користувачем.

8. Сформулюйте висновок.

### **Контрольні питання**

1. Що таке електронна таблиця?
2. Які дані можна вводити в клітинки електронної таблиці?
3. Як змінити назву електронної таблиці?
4. Як надати спільний доступ до електронної таблиці?
5. Як обрати напрямок написання тексту в електронній таблиці?

### **Практичне заняття № 9**

#### **Тема «Використання кореляційного аналізу для визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками»**

**Мета заняття:** ознайомитися з основними поняттями кореляційного аналізу, навчитися обчислювати та аналізувати значення коефіцієнтів кореляції.

#### **Зміст і хід заняття**

1. Виявлення взаємозв'язків.
2. Кореляція.
3. Кореляційна матриця.

Виконання та захист практичного завдання.

#### **1. Виявлення взаємозв'язків.**

У різних сферах людської діяльності з метою внесення позитивних змін, для удосконалення існуючих технологій та процесів проводять дослідження, за яких аналізують зв'язки між досліджуваними об'єктами, вивчають закономірності і фактори, що впливають на них.

Існують два види прояву зв'язків між ознаками (явищами) – функціональні та кореляційні.

Для функціональних залежностей характерно, коли кожному значенню змінної величини відповідає значення іншої змінної. Такі залежності спостерігаються в математиці, фізиці.

Кореляційні або статистичні зв'язки – зв'язки, за яких чисельному значенню однієї змінної відповідає багато значень іншої змінної.

Функціональний зв'язок визначається у конкретному спостереженні. Кореляція ж проявляється в середньому для всієї сукупності

спостережень. Кореляційний аналіз допомагає виявити взаємодію факторів (ознак), визначити силу та напрямок впливу одних факторів на інші.

Кореляційна залежність визначається за способом зв'язку, її напрямком та силою зв'язку. Форма зв'язку може бути прямолінійною та криволінійною. Прямолінійний зв'язок визначається тоді, коли за незначних відхилень рівномірні зміни однієї ознаки відповідають рівномірним змінам другої ознаки. У випадку криволінійного зв'язку рівномірним змінам однієї ознаки відповідають нерівномірні зміни другої ознаки.

Напрямок зв'язку може бути прямий (позитивний) або зворотний (негативний).

Залежність між ознаками є *прямою (позитивною)*, якщо при збільшенні однієї ознаки друга теж збільшується або при зменшенні однієї ознаки друга теж зменшується. Наприклад, при збільшенні температури зростає тиск газу, а при зменшенні – знижується (при постійному обсязі).

*Зворотною (негативною)* називається така залежність, за якої при збільшенні однієї ознаки друга зменшується або при зменшенні однієї ознаки друга збільшується. Прикладом зворотної кореляційної залежності може служити зв'язок між температурою повітря на вулиці і кількістю палива, що витрачається на обігрів приміщення.

## 2. Кореляція.

*Кореляція* – це вид взаємозв'язку між ознаками.

*Коефіцієнт кореляції* для генеральної сукупності не відомий, тому він оцінюється, як правило, за допомогою експериментальних даних вибірки з обсягом  $n$  пар значень  $(x_i; y_i)$ , що отримані в результаті вимірювань двох ознак  $X$  та  $Y$ . Коефіцієнт кореляції називається вибірковою коефіцієнтом кореляції (або просто коефіцієнтом кореляції). Його позначають символом  $r$ .

Вибірковий коефіцієнт лінійної кореляції між двома випадковими величинами  $X$  і  $Y$  розраховується за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{Y})^2}}$$

Значення коефіцієнта кореляції можуть бути в інтервалі від  $-1$  до  $+1$ , тобто  $-1 \leq r \leq +1$ .

Якщо значення коефіцієнта кореляції  $r = 0$ , то будь-який зв'язок між досліджуваними явищами відсутній.

Якщо значення коефіцієнта кореляції знаходиться в межах від 0 до +1, вважають, що зв'язок між ознаками позитивний (прямий); якщо  $r$  знаходиться в межах від  $-1$  до 0, то зв'язок між ознаками вважають негативний (зворотній).

Чим сильніший зв'язок між ознаками, тим ближче значення коефіцієнта кореляції наближається до  $\pm 1$ .

За умови невеликої кількості пар ознак  $X$  та  $Y$  ( $r < 30$ ) у практичній діяльності використовують таку інтерпретацію значення коефіцієнта кореляції (інтерпретація американського вченого Чеддока):

- якщо  $0,90 \leq r \leq 0,99$ , між ознаками існує дуже високий ступінь зв'язку;
- якщо  $0,70 \leq r \leq 0,9$ , то між ознаками існує високий ступінь зв'язку;
- якщо  $0,50 \leq r \leq 0,67$ , то між ознаками існує значний ступінь зв'язку;
- якщо  $0,30 \leq r \leq 0,50$ , то між ознаками існує помірний ступінь зв'язку;
- якщо  $0,10 \leq r \leq 0,30$ , між ознаками існує слабкий ступінь взаємозв'язку.

### 3. Кореляційна матриця.

При великій кількості спостережень, коли коефіцієнти кореляції необхідно послідовно обчислювати з декількох рядів числових даних, для зручності одержувані коефіцієнти зводять в таблиці, звані кореляційними матрицями.

*Кореляційна матриця* – це квадратна (або прямокутна) таблиця, в якій на перетині відповідних рядка та стовпця знаходиться коефіцієнт кореляції між відповідними параметрами. В MS Excel для обчислення кореляційних матриць використовується процедура Кореляція. Процедура дозволяє отримати кореляційну матрицю, що містить коефіцієнти кореляції між різними параметрами.

Для реалізації процедури необхідно:

- виконати команду Дані – Аналіз даних;
- в списку Інструменти аналізу вибрати рядок Кореляція і натиснути кнопку ОК;
- в діалоговому вікні вказати Вхідний інтервал, тобто ввести посилання на комірки, що містять аналізовані дані. Вхідний інтервал повинен містити не менше двох стовпців;
- в розділі Угруповання перемикач встановити відповідно до введених даними (наприклад, за стовпцями);
- вказати вихідний діапазон, тобто ввести посилання на комірки, в які будуть виведені результати аналізу. Для цього слід встановити прапорець

Вихідний інтервал, далі навести курсор миші на праве поле введення Вихідний інтервал і клацнути лівою кнопкою миші, потім покажчик миші навести на ліву верхню клітинку вихідного діапазону і клацнути лівою кнопкою миші. Розмір вихідного діапазону буде визначено автоматично, і на екран буде виведено повідомлення в разі можливого накладення вихідного діапазону на вихідні дані (рис. 12);

- натиснути кнопку ОК.

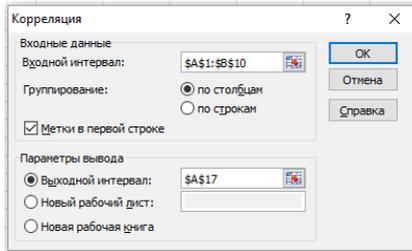


Рис. 12. Приклад установки параметрів кореляційного аналізу

*Результати аналізу.* У вихідний діапазон буде виведена кореляційна матриця, в якій на перетині кожних рядки і стовпці знаходиться коефіцієнт кореляції між відповідними параметрами. Осередки вихідного діапазону, що мають співпадаючі координати рядків і стовпців, містять значення 1, так як кожен стовпець у вхідному діапазоні повністю корелює з самим собою.

*Інтерпретація результатів.* Розглядається окремо кожен коефіцієнт кореляції між відповідними параметрами. Його числове значення оцінюється за емпіричними правилами, викладеними в пункті «Коефіцієнт кореляції». Відзначимо, що, хоча в результаті буде отримана трикутна матриця, кореляційна матриця симетрична, і коефіцієнти кореляції  $r_{ij} = r_{ji}$ .

### Практичне завдання

**Завдання 1.** Визначити, чи існує зв'язок між рівнем успішності учнів та їх особистісною тривожністю.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Учні	А.О.	Л.А.	М.П.	Я.В.	К.А.	Р.О.	В.Ж.	П.Р.	Д.К.	В.П.	С.С.	В.А.
Успішність учнів (x)	10	12	10	9	8	7	10	9	11	10	12	8
Особистісна тривожності (y)	48	49	45	38	34	25	42	41	43	46	48	23

Рішення

Для виявлення ступеня взаємозв'язку насамперед необхідно ввести дані в робочу таблицю (рис. 13.).

	A	B	C	D
	№	Учні	Успішність учнів (x)	Особистісна тривожність (y)
1				
2	1	А.О.	10	48
3	2	Л.А.	12	49
4	3	М.П.	10	45
5	4	Я.В.	9	38
6	5	К.А.	8	34
7	6	Р.О.	7	25
8	7	В.Ж.	10	42
9	8	П.Р.	9	41
10	9	Д.К.	11	43
11	10	В.П.	10	46
12	11	С.С.	12	48
13	12	В.А.	8	23

Рис. 13. Вихідні дані з прикладу 1

Потім обчислюється значення коефіцієнта кореляції між вибірками. Для цього встановіть курсор в вільну комірку (наприклад, A14). Викличте функцію *KORPEЛ*. Введіть в поле масив1 діапазон даних C2:C13. В поле масив2 введіть діапазон даних D2:D13. Натисніть кнопку ОК. В осередку A14 з'явиться значення коефіцієнта кореляції - 0,867578. Значення коефіцієнта кореляції більше ніж 0,70. Значить, можна говорити про те, що в спостережуваній групі учнів була висока ступінь прямого лінійного взаємозв'язку між рівнем успішності учнів та особистісною тривожністю ( $r = 0,867578$ ).

**Завдання 2.** Є дані тестування фізичної підготовленості учнів. Необхідно визначити, чи існує взаємозв'язок між цими показниками.

Час човникового бігу 4*9 (с)	Час виконання 18 кидків (с)	Підтягування на перекладині 10 раз (с)	Підтягування на перекладині (кількість разів)
10,5	41	10	27
10,4	38	9	25
9,9	34	9	30
10,1	36	8	27
9,9	30	8	32
10	34	8	32
10	35	10	24
10	38	8	28
10,2	34	9	27
10,1	36	9	24

Рішення

Для виконання кореляційного аналізу введіть в діапазон A1:D11 вихідні дані (рис. 14)

	A	B	C	D
	Час човникового бігу 4*9 (с)	Час виконання 18 кидків (с)	Підтягування на перекладині 10 раз (с)	Підтягування на перекладині (кількість разів)
1				
2	10,5	41	10	27
3	10,4	38	9	25
4	9,9	34	9	30
5	10,1	36	8	27
6	9,9	30	8	32
7	10	34	8	32
8	10	35	10	24
9	10	38	8	28
10	10,2	34	9	27
11	10,1	36	9	24

Рис. 14. Вихідні дані з прикладу 2

Потім виконайте команду *Дані – Аналіз даних* і виберіть рядок *Кореляція*. У діалоговому вікні вкажіть Вхідний інтервал A1:D11. Вкажіть, що дані розглядаються по рядках. Вкажіть вихідний діапазон. Для цього поставте прапорець в ліве поле Вихідний інтервал і в праве поле введення Вихідний інтервал введіть A14. Натисніть кнопку ОК. Результати аналізу.

*Результати аналізу.* У вихідному діапазоні отримуємо кореляційну матрицю (ри. 15).

	Час човникового бігу 4*9 (с)	Час виконання 18 кидків (с)	Підтягування на перекладині 10 раз (с)	Підтягування на перекладині (кількість разів)
Час човникового бігу 4*9 (с)	1			
Час виконання 18 кидків (с)	0,7600797	1		
Підтягування на перекладині 10 раз (с)	0,500870323	0,433576554	1	
Підтягування на перекладині (кількість разів)	-0,475958131	-0,536566486	-0,610882839	1

Рис. 15. Результати обчислення кореляційної матриці з прикладу 2

*Інтерпретація результатів.* З таблиці видно, що найбільші коефіцієнти кореляції спостерігаються між часом виконання човникового бігу і 18 кидків ( $r = 0,76$ ), підтягуванням на перекладині ( $r = 0,50$ ), часом виконання 18 кидків і 10 підтягувань на перекладині ( $r = 0,43$ ). Негативна кореляція середньої сили виявлена між кількістю підтягувань на перекладині і часом виконання 10 підтягувань ( $r = -0,61$ ), часом виконання 18 кидків ( $r = -0,54$ ), часом виконання човникового бігу і кількістю підтягувань на перекладині ( $r = -0,48$ ). Мається на увазі, що в порожніх клітинах в правій верхній половині таблиці знаходяться ті ж коефіцієнти кореляції, що і в нижній лівій (симетрично розташовані щодо діагоналі).

**Завдання 3.** Визначте взаємозв'язок між результатами діагностики конфліктності та емоційного вигорання на вибірці з 24 респондентів. Зробіть висновок.

№ респондента	Конфліктність	Вигорання	№ респондента	Конфліктність	Вигорання
1	42	12	13	33	44
2	44	18	14	4	61
3	35	22	15	17	50
4	53	50	16	30	55
5	27	34	17	38	44
6	25	71	18	34	43
7	44	35	19	18	67
8	78	61	20	29	45
9	26	23	21	21	23
10	39	41	22	45	48
11	32	45	23	34	42
12	9	86	24	31	33

2. У таблиці наведено дані (у стенах) консультаційного обстеження співробітників фірми за допомогою психодіагностичних методик. Визначити існуючі взаємозв'язки між досліджуваними ознаками. Обчислити кореляційну матрицю. Зробити висновок.

Рівень інтелекту	Перемикання уваги	Комунікбельність	Емоційна стресостійкість
6	5	3	5
5	5	5	5
10	8	8	7
4	4	4	5
6	7	5	5
6	4	5	7
7	5	5	3
5	6	6	5

### Контрольні питання

1. Що означає поняття «кореляція»?
2. За допомогою якої формули обчислюють значення коефіцієнта кореляції під час практичних вимірювань?
3. Яким символом позначають вибіркового коефіцієнта кореляції?
4. В якому числовому інтервалі можуть знаходитися значення коефіцієнта кореляції?
5. За якої умови значення коефіцієнта кореляції вважають зворотним (негативним)?

6. В якому діапазоні повинно знаходитись значення коефіцієнта кореляції щоб ступінь зв'язку між ознаками був слабким?

7. За яких умов ступінь зв'язку між ознаками вважають високим і коли помірним?

8. Чи може значення коефіцієнта кореляції бути більшим за «1»?

9. Чи може значення коефіцієнта кореляції бути рівним «0»?

10. За яких умов зв'язок між ознаками є прямий (позитивний)?

## Практичне заняття № 10

### Тема «Непараметричні критерії визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками»

**Мета заняття:** ознайомитися з основними поняттями кореляційного аналізу, навчитися розраховувати коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

#### Зміст і хід заняття

1. Кореляційний аналіз порядкових ознак.

2. Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

Виконання та захист практичного завдання.

#### 1. Кореляційний аналіз порядкових ознак.

Під **ранговою кореляцією** розуміють статистичний зв'язок між порядковими ознаками. Вихідні дані зазвичай подають у вигляді (табл. 1), де елемент  $x_{ik}$  є рангом  $i$ -го об'єкта за  $k$ -ю властивістю.

Таблиця 1

**Таблиця вихідних даних для рангового кореляційного аналізу**

Порядковий номер об'єкта	Порядковий номер досліджуваної ознаки						
	$0$	$1$	$2$	$\dots$	$k$	$\dots$	$p$
$1$	$x_{10}$	$x_{11}$	$x_{12}$	$\dots$	$x_{1k}$	$\dots$	$x_{1p}$
$2$	$x_{20}$	$x_{21}$	$x_{22}$	$\dots$	$x_{2k}$	$\dots$	$x_{2p}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$i$	$x_{i0}$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	$\dots$	$x_{ik}$	$\dots$	$x_{ip}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$n$	$x_{n0}$	$x_{n1}$	$x_{n2}$	$\dots$	$x_{nk}$	$\dots$	$x_{np}$

Завданнями аналізу в цьому випадку можуть бути: вивчення структури досліджуваних об'єктів; перевірка сукупної узгодженості ознак та умовне ранжирування об'єктів за ступенем тісноти зв'язку кожної з них з іншими ознаками; побудова єдиного групового впорядкування об'єктів.

У першому випадку кожен послідовність впорядкованих за  $k$ -ю ознакою  $n$  об'єктів подають як точку

$X^{(k)} = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})$ ,  $k = 0, 1, \dots, p$  у  $n$ -вимірному просторі ознак.

Найхарактернішими типами структури є такі.

1. Аналізовані точки рівномірно розкидані по всій області їх можливих значень. Це означає відсутність будь-якого зв'язку між досліджуваними ознаками.

2. Частина точок утворює ядро (кластер) із точок, що розташовані близько одна до одної, а інші випадково розкидані навколо цього ядра. Це відповідає існуванню підмножини узгоджених ознак.

3. Аналізовані точки утворюють декілька кластерів, розташованих відносно далеко один від одного. Це відповідає наявності декількох таких підмножин ознак, що існує істотний статистичний зв'язок між ознаками, які належать до однієї і тієї самої підмножини, і не існує значущого зв'язку між ознаками, які належать до різних підмножин.

Прикладом завдання другого типу є визначення узгодженості думок групи експертів з наступним впорядкуванням їх за рівнем компетентності. Для цього розраховують коефіцієнти конкордації для різних сукупностей досліджуваних змінних.

Вирішення завдань третього типу зводиться до побудови такого впорядкування, яке б у певному значенні було б найближчим до кожного з наданих впорядкувань досліджуваних ознак. Для цього часто застосовують середнє арифметичне або медіану наявних базових рангів. Це можна розглядати як задачу найкращого у певному розумінні відновлення невідомого ранжирування за наявними емпіричними даними, що зумовлює можливість її розгляду як задачі регресії.

## 2. Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена (показник кореляції рангів Спірмена, коефіцієнт кореляції рангів) запропонований британським психологом Чарльзом Едвардом Спірменом у 1904 р. Його використовують, якщо досліджується зв'язок між рядами даних, вимірними за порядковою шкалою. У цьому випадку кожен з ознак представляється в ряду своїм порядковим номером.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^{i=k} (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)},$$

де,  $x_i, y_i$  – порядкові місця загальних ознак;  $n$  – обсяг вибірки.

Коефіцієнт рангової кореляції змінюється від 0 до 1 і відповідно до цього інтервалу оцінюється тіснота шуканого зв'язку. Висновки такі ж, як і для парного коефіцієнта кореляції.

### Практичне завдання

Електронні таблиці MS Excel не містять вбудованих доданків, які давали б змогу розраховувати коефіцієнти рангової кореляції. Проте вони дають змогу зробити для цього розрахункову формулу.

**Завдання 1.** 10 акробатів, які посіли на змаганнях місця  $x_i$ , виконують спеціальний тест на витривалість і за результатами цього тесту розподіляються по рангу  $y_i$ . Обчислити чи існує зв'язок між результатами проведених змагань і даними тестом. Вихідні дані наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

$x_i$	$y_i$	$x_i - y_i$	$(x_i - y_i)^2$
1	3	-2	4
2	2	0	0
3	1	2	4
4	5	-1	1
5	4	1	1
6	6	0	0
7	8	-1	1
8	7	1	1
9	10	-1	1
10	9	1	1
-	-	-	14

Всі проміжні обчислення виконуємо в таблиці. Далі за формулою

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot 14}{10(100 - 1)} = 0,92$$

*Висновок.* Отже, у представлених акробатів досить тісний зв'язок між результатами їх виступів на змаганнях і виконаним тестом.

**Завдання 1.** За допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена необхідно встановити наявність або відсутність взаємозв'язку між результатом оцінки інтелекту за тестом Векслера та оцінкою з математики. Зробити висновок.

№ респондента	Бал тесту Векслера	Оцінка з матем.
1	5	4
2	7	5
3	10	9
4	10	10
5	15	11
6	12	8
7	16	10
8	15	8
9	18	11

10	15	7
11	16	8
12	10	8
13	10	6
14	8	7
15	6	5
16	11	8
17	10	9

### Контрольні питання

1. Що називають ранговою кореляцією?
2. Яким символом позначають коефіцієнт рангової кореляції Спірмена?
3. За допомогою якої формули обчислюють значення рангової кореляції Спірмена під час практичних вимірювань?
4. Коли використовують коефіцієнт рангової кореляції Спірмена?

### Практичне заняття № 11

#### Тема «Розрахунок багатofакторного кореляційного аналізу»

**Мета заняття:** ознайомитися з основними поняттями кореляційного аналізу, навчитися розрахунку багатofакторного кореляційного аналізу.

#### Зміст і хід заняття

1. Загальні теоретичні відомості.  
Виконання та захист практичного завдання.

#### 2. Загальні теоретичні відомості.

Розглянуті раніше методи кореляційного аналізу дозволяють досліджувати ступінь узгодженості *двох* наборів експериментальних ознак  $X$  і  $Y$  - з цієї причини вони відносяться до методів *парної кореляції*. У загальному випадку ми не робили жодних припущень щодо існування між ознаками причинно-наслідкових зв'язків - тоді коефіцієнт кореляції виступає в якості кількісної міри інтенсивності зв'язку між ознаками. Однак якщо у нас є підстави виділити одну з ознак як аргумент (причини, фактора), а другий – як функцію (наслідки, результат), то можна говорити, що описані методи забезпечують проведення *однофакторного кореляційного аналізу*. У цьому випадку коефіцієнт кореляції характеризує ступінь впливу факторної ознаки на результативну. Цей підхід допускає узагальнення на ситуацію, коли на результативній ознака можуть впливати кілька факторів. Тоді проведення багатofакторного

кореляційного аналізу дозволяє оцінити ступінь впливу на результативний показник кожного з наявних факторів, а також оцінити інтенсивність зв'язку між результативним показником і всією сукупністю факторів.

Кількісною мірою інтенсивності зв'язку є *парні коефіцієнти кореляції, приватні коефіцієнти кореляції та сукупний коефіцієнт множинної кореляції*.

Приватні коефіцієнти кореляції характеризують інтенсивність зв'язку результативної ознаки та одного з факторів при виключенні дії інших факторів. Залежно від кількості факторних ознак, вплив яких виключається, можливе формування приватних коефіцієнтів кореляції різного порядку: при виключенні одного фактора отримуємо коефіцієнти першого порядку, двох факторів - другого і т.д. Через громіздкість розрахунків приватні коефіцієнти кореляції порядку другого і вище обчислюються і застосовуються для аналізу досить рідко. Для двофакторної задачі приватний коефіцієнт кореляції першого порядку між результативною ознакою  $y$  та фактором  $x_1$  при виключенні впливу  $x_2$  обчислюється за формулою:

$$r_{yx_1(x_2)} = \frac{r_{yx_1} - r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{\sqrt{(1 - r_{yx_2}^2) \cdot (1 - r_{x_1x_2}^2)}}$$

Подібним чином обчислюються решта двох приватних коефіцієнтів кореляції:

$$r_{yx_2(x_1)} = \frac{r_{yx_2} - r_{yx_1} \cdot r_{x_1x_2}}{\sqrt{(1 - r_{yx_1}^2) \cdot (1 - r_{x_1x_2}^2)}}, \quad r_{x_1x_2(y)} = \frac{r_{x_1x_2} - r_{yx_1} \cdot r_{yx_2}}{\sqrt{(1 - r_{yx_1}^2) \cdot (1 - r_{yx_2}^2)}}$$

Достовірність приватних кореляцій оцінюється за критерієм Стюдента для числа ступенів свободи  $\nu = n - 3$ . Експериментальні значення критерію для всіх парних поєднань показників розраховуються за формулами:

$$t_{\text{екс}} = r_{\text{екс}} * \sqrt{\frac{n - 3}{1 - r_{\text{екс}}^2}}$$

У загальному випадку, якщо є одна результативна ознака та  $k$  факторів, то кількість парних та приватних коефіцієнтів кореляції ( $N$ ) дорівнює:

$$N = C_{k+1}^2 = \frac{69 \cdot (k+1)!}{(k-1)! \cdot 2!} = \frac{k \cdot (k+1)}{2}$$

Показником інтенсивності зв'язку між результативним ( $y$ ) і всіма факторними ознаками ( $x_1, x_2 \dots x_k$ ) служить – сукупний коефіцієнт множинної кореляції. Для лінійного двофакторного зв'язку він розраховується за формулою:

$$R_{yx_1x_2} = \sqrt{\frac{r_{yx_1}^2 + r_{yx_2}^2 - 2 \cdot r_{yx_1} \cdot r_{yx_2} \cdot r_{x_1x_2}}{1 - r_{x_1x_2}^2}}$$

Для визначення достовірності кореляції обчислюється значення  $t$ -критерію за формулою:

$$t_{\text{експ}} = R_{yx_1x_2} * \sqrt{\frac{n - k}{1 - R_{yx_1x_2}^2}}$$

Величина  $R^2$  називається *коефіцієнтом детермінації* – він служить мірою впливу виділених факторів на результативну ознаку: при  $R^2 = 0$  слід вважати, що фактори не пов'язані з результативною ознакою; при  $R^2 > 0,7$  вважається, що зміна ознаки достовірно обумовлено дією вибраних факторів;  $R^2 = 1$  відповідає випадку детерміністського характеру зв'язку ознака-фактор(и).

### Практичне завдання

**Завдання 1.** У групі з 12 учнів вивчався зв'язок успішності з деякої теоретичної дисципліни з двома факторами: систематичністю самостійної роботи та якості ведення конспекту на уроці. Усі параметри оцінювалися за якісними шкалами порядку. Результативна ознака *Успішність* ( $y$ ) мала градації «висока», «хороша», «задовільна» і «незадовільна». Факторна ознака *Систематичність самостійної роботи* ( $x_1$ ) оцінювалася за градаціями «висока», «достатня», «недостатня». Друга факторна ознака *Якість ведення конспекту* ( $x_2$ ) мала градації «хороший», «задовільний», «незадовільний». Вихідні дані наведено у таблиці. Необхідно встановити ступінь впливу на результативну ознаку кожного з факторів при фіксації іншого, впливу факторів один на одного, а також їх спільного впливу факторів на результативну ознаку.

№	Прізвище	у	х <sub>1</sub>	х <sub>2</sub>
1	А.А.	добра	висока	добрий
2	Д.А.	висока	достатня	добрий
3	К.А	задовільна	недостатня	незадовільний
4	Я.П.	добра	достатня	добрий
5	М.В.	висока	висока	задовільний
6	С.В.	незадовільна	недостатня	незадовільний
7	Г.О.	добра	достатня	задовільний
8	М.Н.	незадовільна	недостатня	незадовільний
9	Т.Т.	незадовільна	достатня	задовільний
10	Л.Д.	висока	висока	задовільний
11	Ж.П.	незадовільна	недостатня	незадовільний
12	Б.Л.	добра	достатня	добрий

Рішення:

- занесемо вихідні дані до таблиці (колонки А – С, Е та G);
- оскільки вихідні дані вимірювалися за допомогою якісних порядкових шкал, необхідно провести їх ранжування, як описано в практичній роботі №1; відповідні значення наведені в колонках D, F і H; в осередках D14, F14 і H14 наведені суми рангів, які необхідно порівняти з контрольним значенням для 12 випробуваних:  $(SR)_T = 12 \cdot (12+1)/2 = 78$ ; у разі розбіжності  $SR$  і  $(SR)_T$  необхідно виправити помилки ранжирування;
- в комірку J2 заноситься формула: =КОРРЕЛ(D2: D13; F2: F13) – вираховується коефіцієнт парної кореляції між результативною ознакою і першим фактором; аналогічно в комірку J3 вводиться =КОРРЕЛ(D2:D13;H2:H13), в комірку J4: =КОРРЕЛ(F2:F13;H2:H13);
- в комірці D15 за формулою сукупного коефіцієнта множинної кореляції обчислений коефіцієнт множинної кореляції; у F15 – значення t - критерію;
- в осередках D16-D18 за формулами обчислені коефіцієнти приватних кореляції; у F16-F18 – відповідні значення t - критерію;
- по Таблиці «Критичні значення для t-розподілу Стьюдента» для  $p = 0,05$  та числа ступенів свободи  $\nu = 12 - 3 = 9$  знаходимо  $t_{кр} = 2,262$  (у комірці H16).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	№	Прізвище	у	Ранг у	$x_1$	Ранг $x_1$	$x_2$	Ранг $x_2$		
2	1	А.А.	добра	7,5	висока	11	добрий	10,5	$r_{y1} =$	<b>0,829</b>
3	2	Д.А.	висока	11	достатня	7	добрий	10,5	$r_{y2} =$	<b>0,693</b>
4	3	К.А.	задовільна	4	недостатня	2,5	незадовільний	2,5	$r_{12} =$	<b>0,693</b>
5	4	Я.П.	добра	7,5	достатня	7	добрий	10,5	$r_{кр} =$	<b>0,58</b>
6	5	М.В.	висока	11	висока	11	задовільний	6,5		
7	6	С.В.	незадовільна	1,5	недостатня	2,5	незадовільний	2,5		
8	7	Г.О.	добра	7,5	достатня	7	задовільний	6,5		
9	8	М.Н.	незадовільна	4	недостатня	2,5	незадовільний	2,5		
10	9	Т.Т.	незадовільна	4	достатня	7	задовільний	6,5		
11	10	Л.Д.	висока	11	висока	11	задовільний	6,5		
12	11	Ж.П.	незадовільна	1,5	недостатня	2,5	незадовільний	2,5		
13	12	Б.Л.	добра	7,5	достатня	7	добрий	10,5		
14			SR=	78	SR=	78	SR=	78		
15			R=	<b>0,844</b>	tR=	<b>4,973</b>	R <sup>2</sup> =	<b>0,712</b>		
16			$r_{y1(2)} =$	<b>0,673</b>	t=	<b>2,728</b>	$t_{кр} =$	<b>2,262</b>		
17			$r_{y2(1)} =$	<b>0,283</b>	t=	<b>0,885</b>				
18			$r_{12(y)} =$	<b>0,301</b>	t=	<b>0,948</b>				

*Коментар (1):* Парні коефіцієнти кореляції вказують на наявність сильної кореляції  $y - x_1$  ( $r = 0,829$ ) і помірної  $y - x_2$  і  $x_1 - x_2$  ( $0,688$  і  $0,693$  відповідно); всі значення вищі за критичний, визначений за таблицею Фішера (Критичні значення коефіцієнтів лінійної кореляції (таблиця Р. Фішера) для  $p = 0,05$ ;  $\nu = 12 - 2 = 10$ )  $r_{кр} = 0,58$ , що свідчить про достовірність кореляції.

*Коментар (2):* Коефіцієнт множинної кореляції  $R_{y12} = 0,844$  і  $tR > t_{кр}$  – це свідчить про існування сильного достовірного зв'язку між сукупністю факторів та результативною ознакою; коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,71$  (комірка Н15) – це означає, що значення результативної ознаки на 71% обумовлено виділеними факторами, а на решту 29% - якимись неврахованими.

*Коментар (3):* Аналіз приватних кореляцій та його достовірностей свідчить, що значимим виявляється лише зв'язок успішності і систематичності самостійної роботи; зв'язки «успішність» – «якість конспекту» та «систематичність» – «якість конспекту» слабкі та недостовірні; це означає, що якість ведення конспекту на уроці надає слабкий вплив на підсумкову успішність, а виділені та вивчені фактори між собою не пов'язані (тобто є незалежними). Даний результат не суперечить висновку, зробленому в коментарі (1), оскільки в значеннях коефіцієнтів парних кореляцій в неявному вигляді присутні всі фактори, а в приватних - тільки два («в чистому вигляді») за винятком інших.

Таким чином, багатофакторний кореляційний аналіз дозволяє на

початковому етапі педагогічного дослідження виділити найбільш істотні фактори, що впливають на результативну ознаку, і надалі вивчати тільки їх, відкинувши фактори другорядні.

**Завдання 2.** Наведіть свій приклад задачі для багатфакторного кореляційного аналізу та вирішіть її.

### Контрольні питання

1. Що є кількісною мірою інтенсивності зв'язку?
2. Що означає поняття «сукупний коефіцієнт множинної кореляції»?
3. За якою формулою обчислюється приватний коефіцієнт кореляції першого порядку між результативною ознакою та фактором при виключенні впливу?

### Практичне заняття № 12

#### Тема «Визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками за допомогою регресійного аналізу»

**Мета заняття:** ознайомитися з основними поняттями та алгоритмом застосування регресійного аналізу.

#### Зміст і хід заняття

1. Основні поняття регресивного аналізу.
2. Регресійні моделі.
3. Використання інструменту «Пакет аналізу» для визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками.

Виконання та захист практичного завдання.

#### 1. Основні поняття регресивного аналізу.

При дослідженні взаємозв'язків між вибірками крім кореляції розрізняють також і регресію. *Регресія* використовується для аналізу впливу на окрему залежну змінну значень однієї або більше незалежних змінних. Відповідно, поряд з кореляційним аналізом ще одним інструментом вивчення стохастичних залежностей є регресійний аналіз. Регресійний аналіз встановлює форми залежності між випадковою величиною  $Y$  (залежної) і значеннями однієї або декількох змінних величин (незалежних), причому значення останніх вважаються точно заданими. Така залежність зазвичай визначається деякою математичною моделлю (рівнянням регресії), що містить кілька невідомих параметрів. В ході регресійного аналізу на підставі вибірових даних знаходяться оцінки цих параметрів, визначаються статистичні помилки оцінок або кордону

довірчих інтервалів і перевіряється відповідність (адекватність) прийнятої математичної моделі експериментальним даним.

## 2. Регресійні моделі.

У лінійному регресійному аналізі зв'язок між випадковими величинами передбачається лінійним. У найпростішому випадку в лінійної регресійної моделі є дві змінні  $X$  і  $Y$ . І потрібно по  $n$  парам спостережень  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$ , ...,  $(X_n, Y_n)$  побудувати (підібрати) пряму лінію, звану лінією регресії, яка найкращим чином наближає спостережувані значення.

Рівняння цієї лінії є регресійний рівнянням  $Y = bX + b_0$ . За допомогою регресійного рівняння можна передбачити очікуване значення залежної величини  $Y_0$ , що відповідає заданому значенню незалежної змінної  $X_0$ .

Таким чином, можна сказати, що лінійний регресійний аналіз полягає в підборі графіка і його рівняння для набору спостережень. У регресійному аналізі всі ознаки (змінні), що входять в рівняння, повинні мати безперервну, а не дискретну природу.

У разі, коли розглядається залежність між однією залежною змінною  $Y$  і декількома незалежними змінними  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , говорять про множинну лінійну регресію. В цьому випадку регресійні рівняння має вигляд:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

де  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – коефіцієнти, що потребують визначення при незалежних змінних  $X_1, X_2, \dots, X_n$ ;  $b_0$  – константа.

Мірою ефективності регресійної моделі є *коефіцієнт детермінації*  $R^2$  (R-квадрат). Коефіцієнт детермінації (R-квадрат) визначає, з яким ступенем точності отримане регресійне рівняння описує (апроксимує) вихідні дані.

Крім того, значимість регресійної моделі можна визначити за допомогою F-критерію (Фішера). Якщо величина F-критерію значима ( $p < 0,05$ ), то регресійна модель є значущою. Достовірність відмінності коефіцієнтів  $b_1, b_2, \dots, b_n$  від нуля перевіряється за допомогою критерію Стьюдента. У випадках, коли  $p > 0,05$ , коефіцієнт може вважатися нульовим, а це означає, що вплив відповідної незалежної змінної на залежну змінну недостовірно, і ця незалежна змінна може бути виключена з рівняння.

В MS Excel експериментальні дані апроксимуються лінійним рівнянням до 16 порядку:

де  $Y$  – залежна змінна,  $X_1, \dots, X_{16}$  – незалежні змінні,  $b_1, b_2, \dots, b_{16}$  – шукані коефіцієнти регресії.

### 3. Використання інструменту «Пакет аналізу» для визначення взаємозв'язків між досліджуваними ознаками.

Для отримання коефіцієнтів регресії використовується процедура *Регресія* з *Пакета аналізу*. Крім того, можуть бути використані функція *ЛИНЕЙН* для отримання параметрів регресійного рівняння і функція *ТЕНДЕНЦИЯ* для отримання передбачених значень  $Y$  в необхідних точках.

Для реалізації процедури *Регресія* необхідно:

- виконати команду *Дані - Аналіз даних*;
- в діалоговому вікні *Аналіз даних* в списку *Інструменти аналізу* вибрати рядок *Регресія*;
- в діалоговому вікні задати *Вхідний інтервал Y*, тобто ввести посилання на діапазон аналізованих залежних даних, що містить один стовпець даних;
- вказати *Вхідний інтервал X*, тобто ввести посилання на діапазон незалежних даних, що містить до 16 стовпців аналізованих даних;
- вказати вихідний діапазон, тобто ввести посилання на комірки, в які будуть виведені результати аналізу (рис. 16);

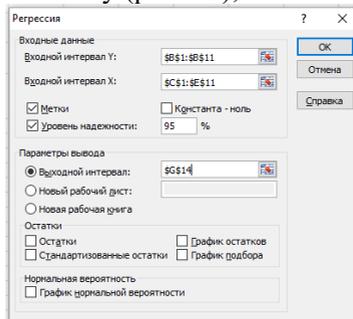


Рис. 16. Приклад заповнення діалогового вікна *Регресія*

• якщо необхідно візуально перевірити відміну експериментальних точок від передбачених по регресійній моделі, слід встановити прапорець в полі *Графік підбору*;

- натиснути кнопку *ОК*.

*Результати аналізу*. Вихідний діапазон буде включати в себе результати дисперсійного аналізу, коефіцієнти регресії, стандартну похибку обчислення  $Y$ , середньоквадратичні відхилення, число спостережень, стандартні похибки для коефіцієнтів.

*Інтерпретація результатів*. Значення коефіцієнтів регресії знаходяться в стовпці *Коефіцієнти* і відповідають:

- $Y$ -перетин -  $b_0$ ;
- змінна  $X_1$  -  $b_1$
- змінна  $X_2$  -  $b_2$  і т. д.

У стовпці *P-Значення* наводиться достовірність відмінності відповідних коефіцієнтів від нуля. У випадках, коли  $P > 0,05$ , коефіцієнт може вважатися нульовим; це означає, що відповідна незалежна змінна практично не впливає на залежну змінну.

Приводиться значення *R-квадрат* (коефіцієнт детермінації) визначає, з яким ступенем точності отримане регресійне рівняння апроксимує вихідні дані. Якщо *R-квадрат*  $> 0,95$ , кажуть про високу точність апроксимації (модель добре описує явище). Якщо *R-квадрат* лежить в діапазоні від 0,8 до 0,95, кажуть про задовільну апроксимацію (модель в цілому адекватна описуваного явища). Якщо *R-квадрат*  $< 0,6$ , прийнято вважати, що точність апроксимації є недостатньою і модель вимагає поліпшення (введення нових незалежних змінних, обліку нелінійностей і т.д.).

### Практичне завдання

**Завдання 1.** Наведено результати тестування учнів по часу бігу на 60 м (с) і стрибка в довжину з місця (см).

Біг 60 м (с)	10,5	9,8	9,5	9,4	11	10,8	10,2	10,5	10,7	9,3
Стрибок в довжину з місця (см)	152	160	163	168	150	155	153	152	156	170

Необхідно на підставі цих даних побудувати регресійне рівняння, що дозволяє по результату стрибка в довжину визначати передбачуваний час бігу на 60 м.

#### Рішення

1. Введіть дані в робочу таблицю: час бігу на 60 м – в діапазон A1:A11; результат стрибка в довжину з місця – в діапазон B1:B11.

2. Виконайте команду *Дані - Аналіз даних* і виберіть рядок *Регресія*.

3. У діалоговому вікні задайте *Вхідний інтервал Y* – це діапазон комірок A1:A11 (зверніть увагу, що залежні дані – це ті дані, які передбачається обчислювати).

4. Також вкажіть *Вхідний інтервал X*, задавши діапазон незалежних даних B1: B11 (незалежні дані – це ті дані, які будуть вимірюватися або спостерігатися).

5. Встановіть прапорець в полі *Графік підбору*.

6. Далі вкажіть *Вихідний діапазон*, наприклад, осередок C1.

7. Натисніть кнопку ОК.

*Результати аналізу.* У вихідному діапазоні з'являться наступні результати і графік підбору (рис. 2).

*Інтерпретація результатів.* У таблиці *Дисперсійний аналіз* оцінюється загальна якість отриманої моделі: її достовірність за рівнем значущості критерію Фішера –  $p$ , який повинен бути менше, ніж 0,05 (рядок *Регресія*, стовпець *Значимість F*, в прикладі – (0,000307411), тобто модель значима) і ступінь точності опису моделлю процесу – R-квадрат (другий рядок зверху в таблиці *Регресійна статистика*, в прикладі R-квадрат = 0,820423). Можна говорити про високу точність апроксимації (модель добре описує явище (рис. 17)).

Вывод ИТОГОВ						
<b>Регрессионная статистика</b>						
Множественный R	0,905772284					
R-квадрат	0,82042343					
Нормированный R-квадрат	0,797976359					
Стандартная ошибка	0,281133665					
Наблюдения	10					
<b>Дисперсионный анализ</b>						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
Регрессия	1	2,888710897	2,888710897	36,5492416	0,000307411	
Остаток	8	0,632289103	0,079036138			
Итого	9	3,521				
<b>Кoeffициенты</b>						
	<i>Кoeffициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>
У-пересечение	22,86489147	2,10173852	10,87903717	4,51E-06	18,01827376	27,71150919
Прыжок в длину с места	-0,080398299	0,013298654	-6,045596877	0,00030741	-0,11106505	-0,04973155
<b>Вывод ОСТАТКА</b>						
	<i>Наблюдение</i>	<i>Предсказанное без 60м</i>	<i>Остатки</i>			
	1	10,64434997	-0,144349966			
	2	10,00116357	-0,201163571			
	3	9,759968673	-0,259968673			
	4	9,357977176	0,042022824			
	5	10,80514657	0,194853435			
	6	10,40315507	0,396844952			
	7	10,56395167	-0,363951667			
	8	10,64434997	-0,144349966			
	9	10,32275677	0,377243231			
	10	9,197180577	0,102819423			

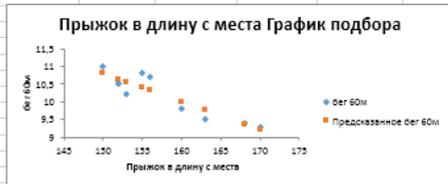


Рис. 17. Результати аналізу і графік відповідності експериментальних точок і передбачених за регресійною моделлю з прикладу 1

Далі необхідно визначити значення коефіцієнтів моделі. Вони визначаються з таблиці в стовпці *Кoeffицинти* – в рядку *У-перетин* наводиться вільний член; в рядках відповідних змінних наводяться значення коефіцієнтів при цих змінних. У стовпці *p-значення* наводиться достовірність відмінності відповідних коефіцієнтів від нуля. У випадках, коли  $p > 0,05$ , коефіцієнт може вважатися нульовим. Це означає, що відповідна незалежна змінна практично не впливає на залежну змінну і коефіцієнт може бути прибраний з рівняння.

Звідси вираз для визначення часу бігу на 60 м буде мати наступний вигляд: **22,86-0,08\*(стрибок у довжину з місця/см)**.

Отримана модель в цілому з високою точністю визначає передбачуваний час бігу на 60 м ( $R^2 = 0,82\%$ ).

Скориставшись отриманим рівнянням, можна розрахувати очікуваний час бігу на 60 м при змінах величини стрибка в довжину з місця. Наприклад, при результаті стрибка в довжину 165 см очікуваний час бігу на 60 м дорівнює 9,66 с.

**Завдання 2.** Побудувати регресійну модель для передбачення величини життєвої ємності легень студентів ( $Y$ ) в залежності від довжини тіла ( $X_1$ ) і віку ( $X_2$ ). У таблиці наведено дані 10 студентів (рис. 18).

$X_1$	$X_2$	$Y$	ВЫВОД ИТОГОВ								
1,85	18	5,4									
1,8	25	6,57	<i>Регрессионная статистика</i>								
1,75	20	4,8	Множественный R	0,91793581							
1,7	24	5,1	R-квадрат	0,842606151							
1,68	21	4,5	Нормированный R-квадрат	0,79763648							
1,73	19	4,8	Стандартная ошибка	0,26614062							
1,77	22	5,11	Наблюдения	10							
1,81	23	5,6									
1,76	18	4,7	<i>Дисперсионный анализ</i>								
1,85	19	5,2		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
			Регрессия	2	2,654344193	1,327172097	18,73721	0,001547			
			Остаток	7	0,495815807	0,07083083					
			Итого	9	3,15016						
				<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистик</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
			Y-пересечение	-11,38490923	3,018493786	-3,77171862	0,0069673	-18,52251	-4,24731	-18,5225	-4,24731
			X1	7,260986581	1,562235193	4,660621278	0,0023128	3,586887	10,9751	3,586889	10,9751
			X2	0,175664257	0,036108966	4,870241609	0,0018138	0,090478	0,26125	0,09048	0,26125

Рис. 18. Результати регресійного аналізу

### Рішення

1. Введіть дані спостережень в діапазон A1:C11 робочої таблиці Excel.
2. Виконайте команду *Дані – Аналіз даних* і виберіть рядок *Регресія*.
3. У діалоговому вікні задамо *Вхідний інтервал Y* – це діапазон комірок C2:C11.
4. Також зазначимо *Вхідний інтервал X* – це діапазон незалежних даних A2:B11.
5. Встановіть прапорець в полі *Графік підбору*.
6. Далі вкажіть *Вихідний діапазон* (наприклад, осередок D1). Натисніть кнопку ОК.
7. У вихідному діапазоні з'являться результати регресійного аналізу та графіки передбачених точок (рис. 19).

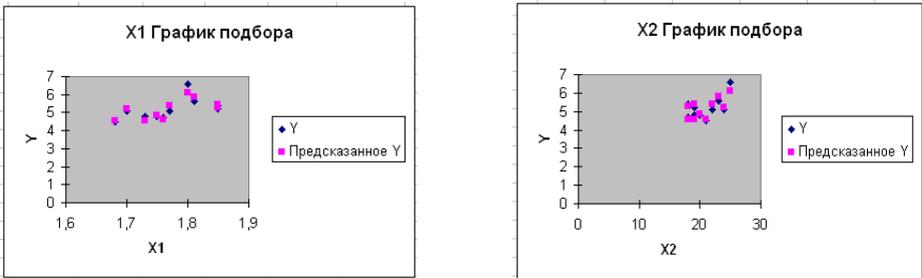


Рис. 19. Графіки розташування фактичних і передбачених точок (Завдання 2)

*Інтерпретація результатів.* У таблиці *Дисперсійний аналіз* оцінюється достовірність отриманої моделі за рівнем значущості критерію Фішера (рядок *Регресія*, стовпець *Значимість F*, в прикладі – 0,0015, тобто  $p < 0,05$  і модель значима) і ступінь опису моделлю процесу – R-квадрат (другий рядок зверху в таблиці *Регресійна статистика*, в прикладі R-квадрат = 0,84). Можна говорити про досить високу точності апроксимації (модель добре описує залежність життєвої ємності легень спортсмена від довжини тіла і віку).

Далі необхідно визначити значення коефіцієнтів моделі. Вони визначаються з таблиці в стовпці *Коефіцієнти* – в рядку Y-перетин наводиться вільний член  $b_0 = -11,38$ ; в рядках відповідних змінних наводяться значення коефіцієнтів при цих змінних  $b_1 = 7,28$  і  $b_2 = 0,18$ . У стовпці *p-значення* наводиться достовірність відмінності відповідних коефіцієнтів від нуля. Всі коефіцієнти значимі, тобто  $p < 0,05$ , і коефіцієнти можуть вважатися не рівними нулю. Тому вираз для визначення величини життєвої ємності легень спортсмена в залежності від довжини тіла і віку матиме вигляд:

$$Y = -11,38 + 7,28 \cdot X_1 + 0,18 \cdot X_2.$$

### Завдання 3.

- 1) Здійснить регресійний аналіз зі змінними «Тривожність» та «Ригідність».
- 2) Побудуйте рівняння лінійної регресії, яке ілюструє взаємозв'язок між даними змінними.
- 3) За допомогою побудованого рівняння обчисліть, як зміниться рівень ригідності, якщо рівень тривожності буде складати 5, 10, 19 балів.
- 4) Побудуйте регресійну модель для передбачення показника «Тривожності» в залежності від показників «Фрустрації», «Агресивності» та «Ригідності».

№ респ.	Стать	Вік	Тип темпераменту	Тривожність	Фрустрація	Агресивність	Ригідність
1	ж	17	X	2	6	18	17
2	ж	25	M	17	20	2	20
3	ж	25	Ф	2	6	6	2
4	ж	27	X	7	2	10	1
5	ж	14	M	14	12	9	16
6	ж	16	C	2	4	2	5
7	ж	15	X	15	10	18	10
8	ж	20	M	16	19	13	10
9	ж	19	X	12	19	7	8
10	ж	18	M	20	18	10	18
11	ж	27	M	12	18	5	14
12	ж	17	M	18	19	3	7
13	ж	19	X	4	15	14	7
14	ж	22	C	2	4	5	8
15	ж	14	M	18	19	3	17
16	ж	13	M	16	16	5	10
17	ж	16	C	11	10	9	10

### Контрольні питання

1. Що означає поняття «регресійний аналіз»?
2. Скільки може бути незалежних змінних в регресійній моделі?
3. Що означає поняття «коефіцієнт детермінації»?
4. Як розрахувати регресію за допомогою Аналізу даних?

### Практичне заняття № 13

#### Тема «Прогнозування результатів дослідження за допомогою регресійного аналізу»

**Мета заняття:** узагальнити теоретичні знання з теми; сформулювати уявлення про сфери застосування регресійного аналізу; побудови лінії тренда; продемонструвати застосування набутих теоретичних знань на практиці.

#### Зміст і хід заняття

1. Загальні теоретичні відомості.  
Виконання та захист практичного завдання.

#### 1. Загальні теоретичні відомості.

Після того, як за допомогою кореляційного аналізу виявлено статистично значущі зв'язки між показниками та оцінено інтенсивність (тіснота) і спрямованість зв'язків, можна вирішувати завдання про встановлення виду функції, що описує зв'язок. У разі багатфакторного

завдання, очевидно, це буде функція багатьох змінних; для парних кореляцій – функція типу  $y = y(x)$ . У рамках статистичної теорії явний вид функції не визначається – для цього потрібні якісь інші міркування теоретичного характеру. Однак якщо вибір загального виду функції зроблено, то, користуючись методами математичної статистики, можна знайти такі значення коефіцієнтів функціональної залежності, при яких дана функція *найкраще* описує наявні експериментальні значення. Крім цього за встановлюваними у статистичній теорії критеріями можна оцінити, наскільки вибір функції був вдалий. Вибрана функція називається *функцією (рівнянням) регресії*, а розділ математичної статистики, що займається вирішенням подібних завдань, називається *«регресійний (регресивний) аналіз»*.

Уявімо ситуацію, що ми досліджували динаміку критеріального показника, що змінюється з часом у результаті нашого впливу, на деякому тимчасовому відрізку. Дуже важливим з погляду подальшого управління педагогічним процесом є побудова прогнозу на перспективу. Прогностичний висновок виходячи з наявних даних передбачає стан системи (чи її компонентів) у майбутньому. Прогнозування – дуже важливий вид діагностики, оскільки воно дозволяє виявити відхилення на ранніх етапах їх розвитку та здійснити необхідну корекцію.

Розвиток прогностики як науки спричинило створення методів, прийомів, процедур прогнозування. З найбільш популярних і ефективних слід виділити *метод екстраполяції*, який базується на припущенні про збереження в майбутньому тих тенденцій розвитку системи, які існували в минулому і теперішньому.

У застосуванні до аналізованої в даному випадку предметної області завдання прогнозування може бути сформульована наступним чином: є набір експериментальних даних – кілька рознесених у часі результатів вимірювання критеріального показника у групи піддослідних (або одного досвідченого); за цими даними необхідно визначити значення показника в потрібний момент у минулому чи, частіше, у майбутньому. Подібні завдання, як уже сказано, в математичній статистиці отримали назву задач *регресії*, але в нашому випадку, оскільки аргументом є час, буде використовувати термін *прогнозування*. У математичному відношенні подібні завдання виявляються дуже громіздкими – мабуть, саме з цієї причини прогнозування дуже рідко зустрічається в психології як у теорії, так і на практиці. Разом з тим, як ми вже мали можливість неодноразово переконатися, в пакеті MS Excel є безліч простих за інтерфейсом інструментів, які звільняють користувача від необхідності вникати в математичну сторону рішення і вимагають лише коректно ввести дані і

правильно інтерпретувати результати розрахунку . Це повною мірою стосується і завдань регресійного аналізу – у Пакеті аналізу є великий набір відповідних функцій та інструментів. Однак перш ніж почати знайомитися з ними та розглядати приклади їх застосування, обговоримо низку положень загального характеру.

Як уже зазначалося, регресійний аналіз починається з того, що виходячи з експериментальних даних або якихось інших міркувань ми припускаємо *загальний характер* досліджуваної залежності; до тих, хто найчастіше зустрічається, слід віднести *лінійну, поліноміальну, експоненційну, логарифмічну* залежності. Далі в узагальненій формі представлення функції, що характеризує обраний тип залежності, підбираються (обчислюються) коефіцієнти (параметри) таким чином, щоб сумарне відхилення експериментальних точок від точок апроксимуючої функції було б мінімальним. Іншими словами, в явному чи неявному вигляді встановлюється аналітичний вид функції, що описує експериментальні дані (у рамках обраного типу апроксимації). Далі, підставивши в отриману функцію необхідне значення аргументу (повторюємо, що в основі лежить припущення про незмінність характеру залежності протягом усього спостережень «до» і «після»), отримуємо потрібне значення показника, тобто. прогноз. Таким чином, прогнозування методом екстраполяції розпадається на два кроки: побудова апроксимуючої функції і обчислення її значення при потрібному аргументі.

Якого типу залежності можуть зустрічатися щодо процесів, пов'язаних з навчанням (у широкому тлумаченні навчання як придбання деякої суми знань і умінь, поведінкових норм тощо, а також освоєння прийомів діяльності)? Найбільш простий варіант апроксимуючої функції – лінійна. Однак така залежність означає збільшення (або зменшення) відстежуваного показника на однакову і постійну величину за однакові часові інтервали, тобто. швидкість зміни показника з часом залишається постійною і, отже, його зростання (або спад) безмежний. Очевидно, подібний характер може проявитися на якихось малих часових відрізках, але в дослідженнях, що охоплюють великі з точки зору людини періоди - порядку року - лінійні залежності можна очікувати навряд. Тим не менш, лінійна та пов'язана з нею поліноміальна апроксимація будуть розглянуті нижче з метою ознайомлення з відповідним інструментарієм.

У закономірностях, що характеризують педагогічні та психологічні процеси, що відбуваються як з окремою особистістю, так і з групою учнів, переважають два типи залежностей: експоненційний спад і логарифмічне зростання. До першого типу відносяться багато релаксаційних процесів у

природі; у додатку до фізіологічних особливостей людини – це забування (закон Еббінгауза), спад емоційного піднесення, збуджень тощо. (Рис. 20 (а)). Апроксимуюча функція має вигляд:  $y(x) = a_1 * e^{-a_2x} + a_3$ , де  $a_1$ ,  $a_2$  і  $a_3$  є параметрами, що встановлюються в процесі регресійного аналізу. Особливість цієї залежності в тому, що вона описує спад показника від деякого вихідного значення в початковий момент часу до залишкового рівня на кінець спостережень або прогнозу.

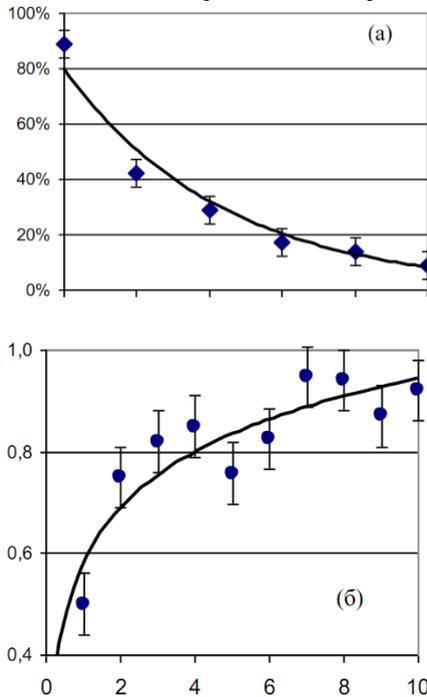


Рис. 20. Апроксимуючі залежності: (а) експоненційна; (б) логарифмічна

Логарифмічна залежність (рис. 20 (б)), навпаки, відбиває зростання показника з виходом до деякого кінцевого рівня. Подібні залежності можуть характеризувати зміну рівня спортивних результатів, частки добре встигаючих у групі, рівня «ступеня» професорсько-викладацького складу підрозділу ЗВО, будь-які процеси, що виходять на «насичення» – це процеси, в яких визначено максимальне значення досліджуваного параметра. Логарифмічна залежність описується функцією:  $y(x) = a_1 * \ln x + a_2$

Оскільки експериментальні значення визначені з деякою точністю, очевидно, і коефіцієнти апроксимуючої функції, і прогнозоване значення

також містять похибку. Кількісною мірою цієї похибки є *середня відносна помилка апроксимації*, яка обчислюється за такою формулою:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i},$$

де  $y_i$  - експериментальне значення ознаки номер  $i$ ;  $\hat{y}_i$  - значення апроксимуючої функції в точці  $i$ ;  $n$  - кількість вимірів. Очевидно, такою самою відносною похибкою матиме і результат екстраполяції залежності, тобто прогноз.

В якості абсолютної похибки прогнозу може бути прийнята *стандартна помилка оцінки*, яка є мірою середнього розсіювання значень ознаки, що спостерігаються навколо підбраної лінії регресії і обчислюється за формулою:

$$\Delta_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$$

Величиною, що характеризує прогноз, є також коефіцієнт детермінації  $R^2$ , де величина  $R$  - коефіцієнт множинної кореляції (при одному аргументі, очевидно, він стає коефіцієнтом парної кореляції).

MS Excel містить цілу низку функцій, пов'язаних з регресивним аналізом: ТЕНДЕНЦІЯ, ПРЕДСКАЗ, ЛГРФПРИБЛ, РОСТ, ЛИНЕЙН, СТОШУХ та інші, а також інструменти Пакету аналізу. Ми познайомимося з деякими з них у процесі вирішення одного завдання декількома способами.

### Практичне завдання

**Завдання 1.** У ході експерименту визначалася середня частка, що накопичується виконання поточних навчальних завдань (Q) щотижня по кожному учню (метод «накопичуваної відмітки»). Відповідно до частки виставлялася позначка за прийнятою у школі шкалою «2-3-4-5»; перерахунок здійснюється відповідно до таких правил: позначка «5» виставляється, якщо частка виконання становить  $0,9 \div 1,0$ ; «4» – при частці  $0,75 \div 0,89$ ; «3» – при частці  $0,55 \div 0,74$ ; «2» – при частці виконання нижче  $0,55$ . Дані щодо конкретного учня за перше півріччя (до 18-го тижня) наведено в таблиці. На підставі них потрібно побудувати прогноз на 20-у, 27-у (кінець 3-ї чверті) та 34-у (кінець навчального року) тижні.

Тиждень (n)	5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Доля (Q)	0,95	0,7	0,5	0,92	0,92	0,93	0,76	0,83	0,95	0,94	0,82

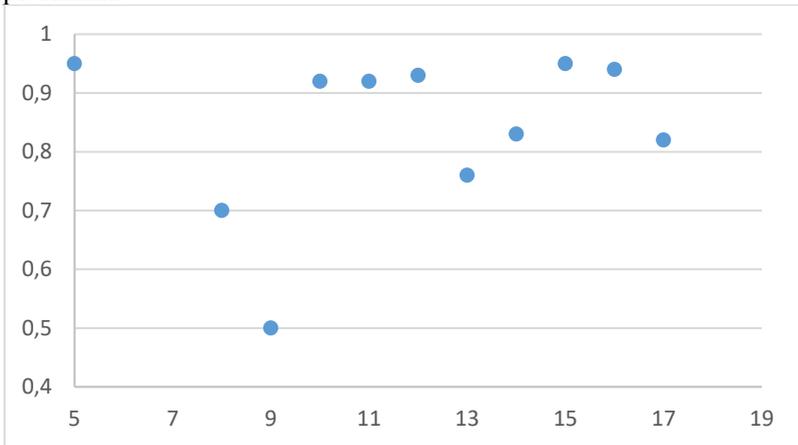
*Коментар: ясно, що, незважаючи на поточні коливання середньої частки виконання, вона повинна наближатися до деякого кінцевого значення, що не перевищує 1.*

#### Рішення

Скористаємося можливостями інструменту, що відноситься до Майстра діаграм, – трендом. Перевага цього підходу в тому, що ми відразу ж отримаємо і аналітичне, і графічне представлення наших даних.

**Теоретичні відомості.** Трендом називається крива, що згладжує експериментальні значення відповідно до заданого характеру функціонального зв'язку між фактором і показником (аргументом і функцією).

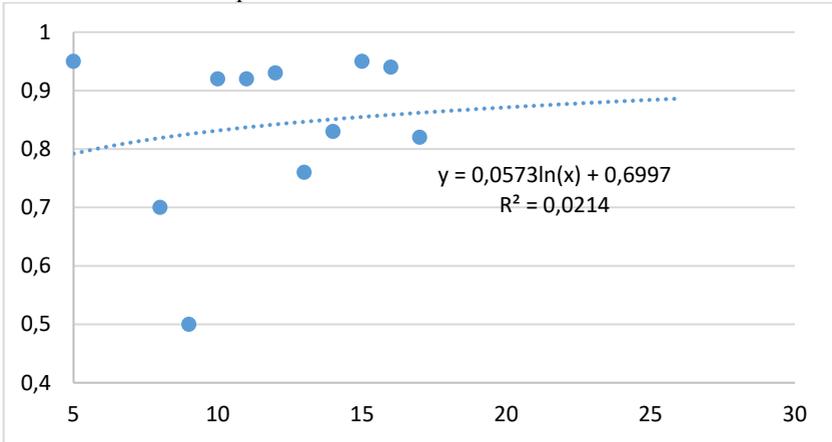
Спочатку за наявними даними стандартним чином за допомогою Майстри діаграм будемо вихідний точковий графік частки виконання від номера тижня:



Встановити характер тренду і побудувати його на графіку (або діаграмі) можна, якщо після клацання правою клавішею по стовпцю діаграми або експериментальній точці графіка в меню вибрати Додати лінію тренда – відкриється вікно:

Клацанням миші у відповідне вікно потрібно вибрати тип апроксимуючої функції – у прикладі це «Логарифмічна». Далі в тому ж вікні необхідно заповнити таке: у вікнах Прогноз – встановити, на скільки одиниць (у яких виміряно аргумент) потрібно продовжити тренд

(поставлено «9», тому що хочемо спрогнозувати на 27-й тиждень від 18-го); поставити прапорці у вікна «Показувати рівняння на діаграмі» та «Помістити достовірність».



Отриманий результат має вигляд

Користуючись виведеним на графік рівнянням апроксимації

$$y(x) = 0,0803 * \ln x + 0,6507,$$

підставляючи в нього аргументи 20, 27 і 34, отримаємо значення-прогнози, відповідно, 0,891; 0,915 та 0,934.

Необхідно ще раз звернути увагу на те, що трендова крива згладжує стрибки експериментальних точок відповідно до прийнятої апроксимацією; просте згладжування, встановлене в Майстрі діаграм, лише усуває «кути», але передає всі підйоми і спади в експериментальному наборі даних – крива може виявитися немонотонною. Тому можна рекомендувати користуватися трендом при графічному поданні результатів експерименту навіть у тому випадку, якщо прогнозування не потрібне.

**Завдання 2.** Побудова декількох ліній тренда.

Кількість абітурієнтів педагогічного коледжу в період з 2011 по 2022 роки мала наступні значення. Необхідно отримати прогноз кількості абітурієнтів на наступні чотири роки, використовуючи різні способи побудови тренду (логарифмічну, поліноміальну, лінійну).

Рік	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Кількість абітурієнтів	303	406	203	304	308	342	319	405	636	666	467	504

### Контрольні питання

1. Що означає поняття «Прогнозування»?
2. Що означає поняття «Тренд»?
3. Скільки в MS Excel передбачено стандартних типів ліній тренда?

### Практичне заняття № 14

#### Тема «Розрахунок однофакторного дисперсійного аналізу»

**Мета заняття:** узагальнити теоретичні знання з теми; сформулювати уявлення про сфери застосування дисперсійного аналізу; навчитися розрахунку однофакторного дисперсійного аналізу; продемонструвати застосування набутих теоретичних знань на практиці.

#### Зміст і хід заняття

1. Загальні теоретичні відомості.  
Виконання та захист практичного завдання.

#### 1. Загальні теоретичні відомості.

У багатьох педагогічних дослідженнях нас цікавить запитання у тому, якою мірою впливає той чи інший чинник чи комбінація чинників на аналізовану ознаку. Іншими словами, ми хочемо дослідити значущість *причинно-наслідкового зв'язку* між деяким контрольованим по інтенсивності *фактором* (або декількома факторами) – причиною – і його впливом на *ознаку*, що цікавить нас, – наслідком. У цьому полягає відмінність дисперсійного аналізу від кореляційного, у якому лише доводиться достовірність спільно (пов'язаної) зміни двох (чи більше) ознак без встановлення причинно-наслідкових зв'язків.

Безумовно, дослідник сам вибирає (або доводить), що віднести до причини, а що до слідства – це, по суті, є його експериментальною гіпотезою. Наприклад, ми припускаємо, що кількість повторень у процесі вивчення навчального матеріалу має впливати на рівень залишкових знань. Для перевірки такої гіпотези ми повинні організувати кілька експериментальних груп учнів, у яких буде зроблено різну кількість повторень матеріалу і потім у всіх виміряти рівень залишкових знань з цієї дисципліни (тестуванням чи контрольними завданнями іншого типу). Отримавши відповідні експериментальні дані і піддавши їх дисперсійному аналізу, ми зможемо або підтвердити експериментальну гіпотезу, або отримати її спростування (якщо виявиться, що вплив фактора не перевищує звичайного статистичного розкидання даних).

Науково обґрунтоване вирішення подібних завдань при деяких початкових припущеннях і складають предмет дисперсійного аналізу,

методи якого розроблені англійським математиком Р.А. Фішером, внаслідок чого критерії названі його ім'ям.

У дисперсійному аналізі прийнято такі терміни:

- розрізняється з безлічі аналогічних за змістом змінна, яку дослідник висуває як причину, що називається *фактором*; фактор може вимірюватися за допомогою будь-якої шкали, включаючи номінативну;

- можливі кількісні значення фактора називається *градаціями* (або рівнями); при вимірі фактора за номінативною шкалою (якісні відмінності фактора) зазвичай використовується інший термін – *умова дії фактора* ; загальна кількість градацій (умов) звичайно, але не менше 3-х;

- вимірюване за якою-небудь шкалою (починаючи з порядкової) слідство дії фактора називається *результативним ознакою* (або просто *ознакою* ); всі виміри за всіма градаціями чинника становлять генеральну сукупність;

- результати вимірювань ознаки, розбиті за градаціями фактора, називаються *дисперсійним комплексом*;

- дані (значення ознаки), що відносяться до окремої градації фактора, називаються *осередком дисперсійного комплексу*; осередок є вибіркою генеральної сукупності;

- дисперсійний комплекс, у всіх осередках якого знаходиться однакове число вимірювань ознаки, називається *рівномірним*.

Ідея методу дисперсійного аналізу полягає у порівнянні фактичної мінливості ознаки (вона називається *варіативністю*) з мінливістю, яка може виникнути внаслідок дії випадкових (неконтрольованих) факторів. Мірою «закономірної» варіативності служить деяка величина, пов'язана із зміною середніх за аналізованими вибірками значень ознак при зміні фактора. Мірою «випадкової» варіативності є статистична оцінка середнього розкиду у вибірках. Відношення цих величин становить експериментальне значення критерію Фішера  $F$ ; чим вище варіативність, обумовлена дією фактора, тим більше значення  $F$ ; при його перевищенні деякого критичного (табличного) значення вплив фактора на ознаку слід вважати достовірно доведеним.

Перевірені гіпотези:

**H<sub>0</sub>**: Середні значення досліджуваної результативної ознаки однакові всім градаціям чинника.

**H<sub>1</sub>**: Середні значення досліджуваної результативної ознаки достовірно різняться за різних градаціях фактора.

Дисперсійний аналіз є параметричним статистичним методом; він ґрунтується на двох припущеннях (вихідних положеннях), які можна вважати умовами придатності даного методу:

- нормальний характер розподілу ознаки в дисперсійному комплексі (зазвичай не вказується, чи йдеться про розподіл по всій генеральній сукупності або ж за вибірками всіх осередків комплексу);
- рівність дисперсій (або середніх квадратичних відхилень) ознаки в осередках.

Що стосується рівності дисперсій, то показано, що цю вимогу можна замінити вимогою рівномірності дисперсійного комплексу. Таким чином, застосуванню дисперсійного аналізу повинна передувати перевірка нормальності та врівноважування дисперсійного комплексу. Остання операція полягає в тому, що у випадку, коли кількість вимірювань ознаки в осередках не збігається, потрібно *випадковим чином* відкинути зайві значення і домогтися рівномірності комплексу. Випадковий відбір можна зробити за допомогою інструмента *Вибірка* з надбудови *Аналіз даних* меню *Дані*.

Слід зауважити, що дисперсійний аналіз дозволяє зафіксувати лише факт зміни ознаки під дією фактора, але не спрямування зміни. Для визначення напрямку необхідно провести чисельне зіставлення даних в осередках дисперсійного комплексу або подати їх графічно.

#### *Однофакторний дисперсійний аналіз*

При дослідженні залежностей однієї з найпростіших є ситуація, коли можна виділити *лише один* фактор, що впливає на ознаку, що вивчається, і цей фактор може приймати лише кінцеве число значень (рівнів). Завдання такого типу, що називаються *завданнями однофакторного аналізу*, досить часто зустрічаються в практиці педагогічних досліджень. До них можна віднести, наприклад, порівняння за досягнутими результатами декількох різних способів дії, спрямованих на досягнення однієї мети (скажімо, використання в різних навчальних групах різних підручників з однієї дисципліни або різних методик навчання). Інший приклад - вивчення впливу контрольованого фактора на результати навчання учнів однієї групи (скажімо, кількості тренувань на рівень спортивних досягнень).

Завдання, подібні до перерахованих, можуть дуже успішно вирішуватися і непараметричними методами, наприклад, з використанням критеріїв тенденцій Пейджа або Джонкіра. У порівнянні з ними перевага однофакторного дисперсійного аналізу полягає лише у відсутності обмежень на обсяг вибірок. При тому що, з одного боку, у переважній більшості досліджень обсяги вибірок не перевищують кількох десятків піддослідних, а, з іншого боку, проведення дисперсійного аналізу пов'язане з великим обсягом обчислень, дослідники найчастіше віддають перевагу методам непараметричним.

Ситуація, однак, помітно змінюється, якщо обробку даних проводити за допомогою Пакету аналізу у MS Excel. Він дозволяє досліднику не вникати в математичну сторону обробки – вона прихована за користувальницьким інтерфейсом; саме з цієї причини і ми не будемо її розглядати. Крім цього, відпадає необхідність звертатися до таблиць критичних значень – вони (значення) вказуються у вивідних даних відповідних інструментів. Виклик відповідного інструменту здійснюється через меню *Дані* → *Аналіз даних* ; далі у вікні **Інструменти аналізу** вибирається інструмент *Однофакторний дисперсійний аналіз* (він розташований у самому верху списку) і натискається екранна кнопка [OK] – з'явиться вікно методу (рис. 21):

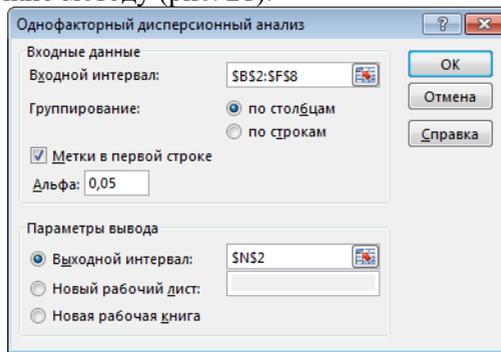


Рис.21. Вікно методу «Однофакторний дисперсійний аналіз»

У цьому вікні потрібно вказати:

- у рядку *Вхідний інтервал* – інтервал осередків, у яких розташований дисперсійний комплекс на аркуші Excel (звісно, він має бути підготовлений до виклику інструменту обробки); позначити інтервал можна «обтягуванням» курсором миші;

- *Групування* – розташування осередків дисперсійного комплексу – по стовпцях або рядках;

- у рядку *Альфа* вводиться значимість 0,05;

- в області *Параметри виводу* слід вибрати режим *Вихідний інтервал* – після цього в доступному вікні ввести (або вказати клацанням миші на аркуші) адресу комірки, починаючи з якої будуть виводитися таблиці з результатами обробки (зміст таблиць ми побачимо нижче).

Таким чином, ми бачимо, що інструмент *Однофакторний дисперсійний аналіз* максимально простий у користуванні, що робить його навіть більш зручним для практичного застосування, ніж непараметричні методи, які доводиться реалізовувати самостійно.

Ще раз звернемо увагу на *умови застосування* однофакторного

дисперсійного аналізу експериментальних даних: 1) кількість градацій фактора не менше 3-х, кількість значень у дисперсійному осередку – не менше 2-х;

2) однакова кількість вимірювань у всіх дисперсійних осередках (рівномірність дисперсійного комплексу);

3) нормальний характер розподілу виміряних величин у всій генеральній сукупності або в кожному осередку комплексу.

### Практичне завдання

**Завдання 1.** Виміряно час читання (у секундах) одного і того ж тексту у респондентів різних вікових груп: до 22 років, від 23 до 26 років, від 27 років. Результати виміру представлені у протоколі.

№ респондента	Вік	Час
1	20	35
2	20	37
3	21	43
4	21	35
5	21	35
6	21	39
7	21	40
8	22	34
9	22	34
10	22	34
11	22	35
12	22	36
13	22	37

№ респондента	Вік	Час
1	23	41
2	23	40
3	24	42
4	24	39
5	24	38
6	25	37
7	25	37
8	25	38
9	26	40
10	26	41
11	26	39

№ респондента	Вік	Час
1	27	46
2	27	40
3	28	40
4	28	39
5	28	38
6	29	37
7	29	60
8	29	39
9	30	40
10	31	38

Потрібно встановити рівень статистичної значущості відмінностей середніх значень часу читання текстів респондентами різних вікових груп: до 22 років, від 23 до 26 років, від 27 років.

Фактором є вік респондентів.

Фактор має три градації: до 22 років, від 23 до 26 років, від 27 років.

Досліджуваної змінної (властивістю) є час, витрачений респондентом на читання тексту. Замінімо в таблиці стовпець «Вік» на стовпець «Фактор».

№ респондента	Фактор	Час
1	20	35
2	20	37
3	21	43
4	21	35
5	21	35
6	21	39
7	21	40
8	22	34
9	22	34
10	22	34
11	22	35
12	22	36
13	22	37

№ респондента	Фактор	Час
1	23	41
2	23	40
3	24	42
4	24	39
5	24	38
6	25	37
7	25	37
8	25	38
9	26	40
10	26	41
11	26	39

№ респондента	Фактор	Час
1	27	46
2	27	40
3	28	40
4	28	39
5	28	38
6	29	37
7	29	60
8	29	39
9	30	40
10	31	38

1. На окремому аркуші в Excel створіть таблицю зі стовпцями: до 22 років, від 23 до 26 років, від 27 років (назви градацій фактора). З протоколу до створеної таблиці перенесіть відповідні значення змінної (час, витрачений на читання тексту).

2. Знайдіть у групі команд *Дані* команду *Аналіз даних*. Натисніть кнопку *ОК*.

3. В *Інструментах аналізу* знайдіть *Однофакторний дисперсійний аналіз*. Натисніть кнопку *ОК*.

4. У вікно *Вхідний інтервал* внесіть коди створеної таблиці, виділивши цю таблицю.

5. У вікні *Мітки* у першому рядку встановіть знак «v».

6. В області *Параметри виводу* слід вибрати режим *Вихідний інтервал* – після цього в доступному вікні ввести (або вказати клацанням миші на аркуші) адресу комірки E1. Натисніть кнопку *ОК*.

7. Починаючи з осередка E1, будуть виведені результати обробки – для наочності представлені на рис. 22.

У стовпці *P-Значення* зазначено рівень значущості відмінностей:  $\alpha = 0,02$  (число округлено до двох знаків після коми).

*Статистичний висновок.* Оскільки  $\alpha = 0,02$ , тобто.  $p \leq 0,02$ , приймається гіпотеза  $H_1$ : Середні принаймні двох вибірок статистично значуще розрізняються ( $p \leq 0,02$ ).

*Педагогічний висновок.* Виявлено статистично значущі ( $p \leq 0,02$ ) відмінності середніх значень часу, витраченого на читання текстів, у респондентів різних вікових груп.

В таблиці вказані значення середніх для різних груп:

- 36,5 с для респондентів віком до 22 років;
- 39,3 с для респондентів віком від 23 до 26 років;
- 41,7 с для респондентів віком від 27 років.

	E	F	G	H	I	J	K
Однофакторный дисперсионный анализ							
ИТОГИ							
	<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>		
	до 22 років	13	474	36,46154	7,435897436		
	від 23 до 26 років	11	432	39,27273	2,818181818		
	від 27 років	10	417	41,7	47,34444444		
Дисперсионный анализ							
	<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
	Между группами	157,2227	2	78,61135	4,4837084	0,02	3,304817252
	Внутри групп	543,5126	31	17,53266			
	Итого	700,7353	33				

Рис. 22. Результат роботи інструменту Однофакторний дисперсійний аналіз

Оскільки гіпотеза  $H_1$  доведена, для відповіді на питання середні в яких груп статистично значно різняться, застосуємо t-критерій Стюдента (рис. 23).

Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями		Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями		Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями		
	до 22 років	від 23 до 26 років	до 22 років	від 27 років	від 23 до 26 років	від 27 років
Среднее	36,46153846	39,27272727	Среднее	36,46153846	Среднее	39,27272727
Дисперсия	7,435897436	2,818181818	Дисперсия	7,435897436	Дисперсия	2,818181818
Наблюдения	13	11	Наблюдения	13	Наблюдения	11
Гипотетическая разность средних	0		Гипотеза	0	Гипотеза	0
df	20		df	11	df	10
t-статистика	-3,089049762		t-статисти	-2,274061845	t-статисти	-1,086526525
P(T<=t) одностороннее	0,002893373		P(T<=t) од	0,021996326	P(T<=t) од	0,151370957
t критическое одностороннее	1,724718243		t критичне	1,795884819	t критичне	1,812461123
P(T<=t) двухстороннее	0,005786745		P(T<=t) дв	0,043992653	P(T<=t) дв	0,302741914
t критическое двухстороннее	2,085963447		t критичне	2,20098516	t критичне	2,28138852

Рис. 23. Результати обчислення Двухвыборочного t-тест з різними дисперсіями

Використання T-критерію Стюдента дозволило виявити, що респонденти, вік яких до 22 років, статистично значуще менше часу витратили на читання текстів, ніж респонденти, вік яких від 27 років.

**Завдання 2.** У протоколі наведено результати вимірювання рівня самооцінки (А) та значень спонтанності у спілкуванні (В) у здобувачів вищої освіти.

№ респондента	А	В
1	н	28
2	н	18
3	н	16
4	н	44
5	н	36
6	а	34
7	а	38

№ респондента	А	В
1	а	42
2	а	44
3	а	18
4	а	16
5	в	14
6	в	38
7	в	44

№ респондента	А	В
1	в	28
2	в	28
3	в	44
4	в	36
5	в	44
6	в	24
7	в	24

У стовпці А (рівень самооцінки):

«н» - самооцінка занижена;

«а» - самооцінка адекватна;

«в» - самооцінка завищена.

Порівняйте за допомогою дисперсійного аналізу середні значення спонтанності у спілкуванні (В) у здобувачів вищої освіти, що різняться рівнем самооцінки.

**Завдання 3.** В таблиці представлені дані про середню успішність 6 випадковим чином відібраних здобувачів вищої освіти з 1-го по 5-й курс за підсумками двох сесій наведено у таблиці. Чи можна стверджувати, що існує тенденція зростання середньої успішності при переході здобувачів вищої освіти з курсу на курс?

№	Курси				
	1	2	3	4	5
1	3,0	3,2	3,0	3,6	3,8
2	3,2	3,5	3,6	4,0	4,0
3	3,5	4,0	4,2	4,2	4,8
4	3,6	4,5	4,5	4,5	5,0
5	4,2	4,6	4,8	5,0	5,0
6	5,0	4,8	5,0	5,0	5,0

### Контрольні питання

1. Що вивчає дисперсійний аналіз?
2. У чому сутність побудови моделі дисперсійного аналізу?
3. Яка гіпотеза перевіряється в дисперсійному аналізі?
4. Якщо гіпотеза про рівність середніх відхиляється, то, як оцінити, які саме групи мають значну відмінність середніх?
5. Як оцінюється найменша суттєвість відмінностей у рівні середніх при  $F > F_{кр}$ ?

### Практичне заняття № 15

#### Тема «Розрахунок двофакторного дисперсійного аналізу»

**Мета заняття:** розкрити зміст основних понять та процедури використання двофакторного дисперсійного аналізу

#### Зміст і хід заняття

1. Загальні теоретичні відомості.  
Виконання та захист практичного завдання.

## 1. Загальні теоретичні відомості.

Коли дослідник вивчає вплив деякого фактора на результативний показник, він явно чи неявно припускає, що вплив інших факторів відсутній або він несуттєво в порівнянні з виділеним фактором. Це, власне, є спрощуючим реальну ситуацію, тобто. модельним припущенням, яке, власне кажучи, може і підтвердитися під час експерименту. Поряд з подібними, можна виділити групу завдань педагогічного характеру, в яких на відстежуваний показник надають вплив кілька контрольованих факторів. Використовуючи математичну аналогію, однофакторні – це завдання «плоскі», оскільки залежність показника від фактора може бути описана деякою кривою на площині. Багатофакторні завдання – це багатомірні, «об'ємні». Зокрема, за наявності двох факторів завдання стає тривимірним, а значення показника буде представлятися деякою поверхнею в такому просторі. Дослідник, безумовно, ніколи не будує подібні поверхні, але, по суті, досліджує їх перерізи. Іншими словами, він з'ясовує поведінку показника під дією якогось одного фактора за умови, що інший має деяке певне, але незмінне значення. Наприклад, вивчається вплив частки засвоєної навчальної інформації залежно від швидкості її пред'явлення (скажімо, швидкості мови при читанні лекції); при цьому другим відстежуваним фактором може бути стать або вік піддослідних. Цілком може виявитися, що вплив першого фактора при різних значеннях другого буде різним, наприклад, зростання в чоловічій підгрупі та зниження жіночої; але це означає також, що якби обстежили змішану групу, то через усереднення дію першого фактора не було б виявлено взагалі. Отже, багато-факторне дослідження точніше передає нюанси досліджуваного явища, дає більше інформації для науково значущих висновків.

У математичній статистиці розроблено, а в пакеті MS Excel реалізовано метод двофакторного дисперсійного аналізу. Цей метод (на відміну однофакторного аналізу) немає аналогів серед непараметричних методів, він унікальний за отриманими результатами. Двофакторний дисперсійний аналіз дозволяє виявляти вплив кожного з факторів окремо при фіксованому значенні іншого, а також вивчати взаємодію факторів, тобто їх спільний вплив на результативну ознаку.

Для зручності позначимо фактори, як  $A$  і  $B$ .

В однофакторному аналізі, оскільки фактор єдиний, цілком традиційним чином формулювалися дві гіпотези – нульова та альтернативна («фактор не впливає» – «фактор достовірно впливає»). За наявності двох факторів ситуація змінюється в тому відношенні, що виникає три комплекти гіпотез, що перевіряються: про вплив фактора  $A$

при незмінному  $B$ , про вплив фактора  $B$  при незмінному  $A$  і, нарешті, про спільний вплив обох факторів на результативну ознаку. З вказаної причини результатом двофакторного дисперсійного аналізу будуть три пари зіставних значень:  $(F_{\text{експ}})_A$  та  $(F_{\text{кр}})_A$ ,  $(F_{\text{експ}})_B$  та  $(F_{\text{кр}})_B$ ,  $(F_{\text{експ}})_{AB}$  та  $(F_{\text{кр}})_{AB}$ ; прийняття тієї чи іншої гіпотези проводиться незалежно з кожної пари, що, своєю чергою, породжує вісім можливих варіантів висновків:

№	по дії фактора А	по дії фактора В	за спільною дією А+В
0	$H_0$	$H_0$	$H_0$
1	$H_0$	$H_0$	$H_1$
2	$H_0$	$H_1$	$H_0$
3	$H_0$	$H_1$	$H_1$
4	$H_1$	$H_0$	$H_0$
5	$H_1$	$H_0$	$H_1$
6	$H_1$	$H_1$	$H_0$
7	$H_1$	$H_1$	$H_1$

Умови застосування двофакторного дисперсійного аналізу частково повторюють умови для однофакторного, і поряд з ними з'являються додаткові:

- 1) фактори  $A$  та  $B$  повинні бути незалежними;
- 2) дисперсійні комплекси повинні бути врівноважені за обома факторами, тобто. у всіх осередках має бути однакова кількість вимірювань та кожній градації фактора  $A$  повинна відповідати однакова кількість градацій фактора  $B$ ;
- 3) у кожного фактора ( $A$ ,  $B$ ) має бути не менше двох градацій;
- 4) у кожному осередку повинно міститися не менше двох вимірів;
- 5) результативна ознака в генеральній сукупності повинна бути нормально розподілена.

Перевірка умови 1) може бути здійснена за допомогою кореляційного аналізу – відсутність кореляційного зв'язку свідчить про незалежність чинників. Забезпечення умови 2) – врівноважування осередків – здійснюється на етапі постановки та проведення вимірювань; якщо виміри вже проведені, врівноважити комірки можна шляхом випадкового відбору однакового числа даних із наявної сукупності.

Умови 3) та 4) забезпечуються при плануванні експерименту.

Що стосується умови 5), доказ нормального характеру емпіричного розподілу може бути зроблено за допомогою функцій *Пакета аналізу MS Excel*. Варто, однак, зауважити, що дисперсійний аналіз виявляється досить стійким до відхилень від розподілів від нормальності. У

практичному плані це означає, що проводити перевірку нормальності необхідно лише у випадку близькості  $F_{\text{експ}}$  та  $F_{\text{кр}}$ . Іншими словами, можна рекомендувати спочатку за допомогою відповідного інструменту *Пакегу аналізу* здійснити дисперсійний аналіз даних і тільки якщо виявиться, що експериментальне та критичне значення  $F$ -критерію відрізняються незначно, проводити перевірку нормальності.

Як і у випадку однофакторного, двофакторний дисперсійний аналіз може бути застосований і до незалежних, і до пов'язаних вибірок. Оскільки порядок їхньої обробки однаковий, нижче буде розглянуто лише один приклад.

У *Пакезі аналізу* є два інструменти, що вирішують завдання двофакторного дисперсійного аналізу – двофакторний *дисперсійний аналіз з повтореннями* та двофакторний *дисперсійний аналіз без повторень*. Інструмент «без повторень» забезпечує проведення двофакторного аналізу дисперсії з однією вибіркою на комірку. Він використовується для перевірки гіпотези про те, що середні значення двох або декількох вибірок однакові; за його допомогою неможливо дослідити взаємодію факторів. З практичної точки зору більшу спільність і універсальність має дисперсійний аналіз «з повтореннями» – він працює, якщо реалізуються умови 3) і 4). У результаті роботи інструменту видаються всі три пари значень  $F$ -критерію, що дозволяють зробити висновки з перелічених вище трьох комплектів гіпотез, що перевіряються.

### Практичне завдання

**Завдання 1.** Є результати складання іспиту у двох групах (див. таблицю): в одній групі здобувачі вищої освіти справно відвідували лекції та інші навчальні заняття та готувалися до іспиту на основі своїх конспектів, у другій групі здобувачі вищої освіти заняття не відвідували, але під час підготовки користувалися інтерактивними електронними навчальними посібниками. Крім цього, у кожній групі окремо відстежувалися результати здачі юнаками та дівчатами. Таким чином, результативним показником є відмітка на іспиті, як фактор  $A$  приймемо поділ за статевою ознакою ( $A1$  – юнаки,  $A2$  – дівчата), фактор  $B$  – відвідування або невідвідування занять ( $B1$  – відвідували,  $B2$  – не відвідували). Кількість даних у кожному осередку комплексу однаково (8), тобто. дисперсійний комплекс є врівноваженим. Оскільки всі умови 1) – 4) виконані, застосування двофакторного дисперсійного аналізу можливе (умова 5 поки не перевіряємо – причини було пояснено вище). Для використання інструменту *Двофакторний дисперсійний аналіз з повтореннями* дисперсійний комплекс на аркуші Excel повинен бути

представлений так, як показано в таблиці. Результати застосування інструменту будуть виводитися, починаючи з осередку E1.

	A	B	C
1		Фактор B	
2		B1	B2
3	A1	4	4
4		3	5
5		4	3
6		5	4
7		4	5
8		5	2
9		5	4
10		4	4
11	A2	5	4
12		5	3
13		5	3
14		5	3
15		3	2
16		4	2
17		5	4
18		5	3

Перевірені гіпотези:

*Комплект 1* (вплив фактора *A*):

**H<sub>0</sub>**: Відмінність середніх результатів складання іспиту між юнаками та дівчатами відсутня.

**H<sub>1</sub>**: Є достовірна відмінність у середніх результатах здачі іспиту між юнаками та дівчатами.

*Комплект 2* (вплив фактору *B*):

**H<sub>0</sub>**: Відмінність середніх результатів складання іспиту між двома групами відсутні.

**H<sub>1</sub>**: Є достовірні відмінності середніх результатів здачі іспиту між двома групами.

*Комплект 3* (спільний вплив факторів *A* та *B*):

**H<sub>0</sub>**: Вплив фактора *A* на середні результати складання іспиту однаковий за різних градацій фактора *B*, і навпаки.

**H<sub>1</sub>**: Вплив фактора *A* на середні результати складання іспиту по-різному при різних градаціях фактора *B*, і навпаки.

Вікно інструменту *Двофакторний дисперсійний аналіз з повтореннями* для показаного вище розміщення даних виглядає наступним чином (рис. 24):

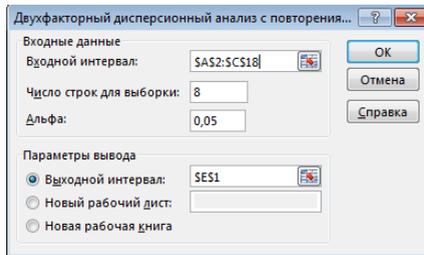


Рис.24. Вікно методу «Двофакторного дисперсійний аналіз»

*Вхідний інтервал* охоплює область осередків, що містять і числові дані, і мітки (комірки A3, A11, B2, C2).

*Число рядків у вибірці* – кількість елементів у дисперсійному осередку;

*Альфа* – статистична значимість ( $p$  0,05) ;

*Вихідний інтервал* – вказується адреса першого осередку (E1 в нашому прикладі), з якої почнеться виведення результатів застосування інструменту.

Після заповнення рядків діалогового вікна, як завжди, потрібно натиснути екранну клавішу [ **OK** ] – всі необхідні розрахунки будуть проведені. Ми не будемо обговорювати всі виведені таблиці результатів (ix 4) – розглянемо лише ту, що містить необхідні нам дані (з деякими округленнями і виділенням рамками зіставляюваних значень) (рис. 25).

Висновки за результатами двофакторного дисперсійного аналізу:

*За гіпотезами комплекту 1 (вплив фактора A):*

$F_{\text{експ}} = 0,76$  ;  $F_{\text{кр}} = 4,196$ ;  $F_{\text{експ}} < F_{\text{кр}}$ , отже, приймається  $H_0$  – Відмінності в успішності юнаків та дівчат відсутні.

*За гіпотезами комплекту 2 (вплив фактора B):*

$F_{\text{експ}} = 12,274$ ;  $F_{\text{кр}} = 4,196$ ;  $F_{\text{експ}} > F_{\text{кр}}$  – приймається  $H_1$  – достовірно відрізняється успішність тих хто відвідували і пропускали заняття (з іншої таблиці, що виводиться, можна побачити, що середній показник групи B1 – 4,44; групи B2 – 3,44).

Дисперсионный анализ							
	Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Фактор А	Выборка	0,5	1	0,5	0,767	0,389	4,196
Фактор В	Столбцы	8	1	8	12,274	0,002	4,196
Спільно А+В	Взаимодействие	3,125	1	3,125	4,795	0,037	4,196
	Внутри	18,25	28	0,652			
	Итого	29,875	31				

Рис. 25. Результат роботи інструменту Двофакторного дисперсійний аналіз

За гіпотезами комплексу 3 (спільний вплив фактора  $A + B$ ):  $F_{\text{експ}} = 4,795$ ;  $F_{\text{кр}} = 4,196$ ;  $F_{\text{експ}} > F_{\text{кр}}$  – приймається  $H_1$  – достовірно відрізняється вплив фактора  $A$  при різних градаціях фактора  $B$ . Дійсно, середні успішності групи тих хто відвідував склади для юнаків 4,25, дівчат – 4,63; у групі тих хто не відвідував, відповідно, 3,88 і 3,00. В результаті експерименту з'ясувалося, що у випадку пропусків занять дівчата навчаються самостійно за допомогою електронних навчальних матеріалів гірше, ніж юнаки.

*Коментар (1):* оскільки відмінності зіставних значень  $F$  -критерію значні, перевірку нормальності розподілу в генеральній сукупності можна не проводити.

*Коментар (2):* якби ми використовували метод однофакторного аналізу, то змогли б встановити факт впливу відвідуваності на результат і відсутність відмінностей у результатах юнаків і дівчат; як зазначалося, двухфакторний аналіз дозволяє произвести більш тонкі висновки, пов'язані з взаємодією чинників, у яких переконалися у розглянутому прикладі.

**Завдання 2.** З дітьми 4-5, 5-6, 6-7 років проводилося дослідження на виявлення вміння класифікувати геометричні предмети за формою, кольором та розміром. Пропонувався набір із 24 геометричних фігур, які потрібно було розкласти на 4 частини (за формою: кола, квадрати, трикутники, ромби); далі на 3 частини (за кольором: червоні, сині, білі) і на закінчення - на 2 частини (за розміром: великі та маленькі). Якщо дитина розкладе правильно фігури формою, йому присвоювали 1 бал, якщо за кольором, то – 2 бали, якщо за розміром, то – 3 бали. Дитина максимально може набрати 6 балів. Дітей кожного віку розбили на 2 групи: контрольну та експериментальну. В експериментальній групі провели ігри, що формують, спрямовані на розвиток вміння класифікувати геометричні предмети. Далі було проведено контрольний зріз з іншим подібним набором геометричних фігур. Результати представлені у таблиці. Чи впливає вік та спеціально організоване навчання на формування вміння класифікувати геометричні предмети? Чи можна стверджувати, що чим раніше починається навчання, тим воно ефективніше?

№	Контрольна група А <sub>1</sub>			Експериментальна група А <sub>2</sub>		
	4-5 років В <sub>1</sub>	5-6 років В <sub>2</sub>	6-7 років В <sub>3</sub>	4-5 років В <sub>1</sub>	5-6 років В <sub>2</sub>	6-7 років В <sub>3</sub>
1	1	2	3	5	4	5
2	2	2	2	6	3	4
3	1	3	2	4	6	4
4	2	1	1	5	5	6
5	1	2	3	3	5	4
6	3	1	3	4	4	5
Табл	10	11	14	27	27	28

### Контрольні питання

1. Яка мета двофакторного дисперсійного аналізу?
2. Як проводиться двофакторний дисперсійний аналіз з допомогою Excel?
3. Як інтерпретуються його результати?

**Автофільтр** – це фільтр, що дозволяє задати прості критерії пошуку записів, у результаті відображаються ті записи, що задовольняють умову пошуку, і приховуються ті записи, які не задовольняють таку умову.

**Дашборд** – інформаційна панель або інформаційний стенд, на якому відображаються важливі показники, будь-який такий стенд повинен відображати ситуацію в реальному часі.

**Дисперсійний комплекс** – результати вимірювань ознаки, розбиті за градаціями фактора.

**Зведена таблиця** – це динамічна таблиця підсумкових даних, вилучених або розрахованих на основі інформації, що міститься в базі даних.

**Зведені діаграми** – це графічне представлення даних, узагальнених в зведених таблицях.

**Зріз** – інтерактивний елемент керування, що дозволяє здійснювати фільтрацію даних у зведеній таблиці.

**Інтервальна шкала (шкала рівних інтервалів)** – це шкала, на якій встановлено однакову кількісну відмінність між сусідніми градаціями ознаки.

**Коефіцієнт детермінації** – визначає, з яким ступенем точності отримане регресійне рівняння апроксимує вихідні дані.

**Кореляційна матриця** – це квадратна (або прямокутна) таблиця, в якій на перетині відповідних рядка та стовпця знаходиться коефіцієнт кореляції між відповідними параметрами.

**Кореляція** – це вид взаємозв'язку між ознаками.

**Номінативна шкала (шкала найменувань)** – це шкала, при використанні якої ознаки різняться за назвою (ім'ям, найменуванням).

**Осередок дисперсійного комплексу** – дані (значення ознаки), що відносяться до окремої градації фактора.

**Проміжні підсумки** – це узагальнюючі значення (суми, середнього, кількості тощо), які обчислюються для груп представлених у певній таблиці об'єктів, а також засіб для обчислення цих значень.

**Регресія** використовується для аналізу впливу на окрему залежну змінну значень однієї або більше незалежних змінних.

**Розширений фільтр** – це фільтр, що дозволяє задати складні критерії для пошуку і за необхідності дозволяє задати відображення результатів фільтрації в окремій області таблиці.

**Сортування** – це зміна відносного положення даних у списку відповідно до значень або типу даних.

**Трендом** називається крива, що згладжує експериментальні значення відповідно до заданого характеру функціонального зв'язку між фактором і показником (аргументом і функцією).

**Фільтрація** – це процес пошуку і вибору записів відповідно до встановлених критеріїв.

**Функції** – наперед задані формули, які виконують обчислення за заданими величинами, що називаються аргументами, і вказаному порядку.

**Шкала порядку** забезпечує розташування значень ознаки в монотонній послідовності (зростання або спадання), але без зазначення ступеня відмінності показників, приписаних до різних градацій (класів).

**Шкала рівних відносин (пропорційна шкала)** – це шкала, що дозволяє встановити пропорції між величинами, що вимірюються.

**Google Forms** – сервіс для створення анкет, опитувань та тестів, результати яких можна збирати через мережу Інтернет.

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

## Тестове завдання №1.

1. В якій категорії розташована функція знаходження середнього значення:

- а. статистичні
- б. математичні
- в. логічні
- г. текстові

2. Яка величина обчислюється за формулою 
$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} (x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=k} (x_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^{i=k} (y_i - \bar{Y})^2}}$$
 :

- а. розмах варіації
- б. коефіцієнт кореляції
- в. помилка репрезентативності

3. Подання зведеної таблиці створюється шляхом перетягнення полів зі списку полів зведеної таблиці:

- а. так
- б. ні

4. Розташування даних у зведеній таблиці ніколи не буває помилковим:

- а. так
- б. ні

5. До основних процедур обробки даних не відноситься:

- а. їх кількісний опис за допомогою основних статистичних показників
- б. угруповання даних по їх значеннях
- в. наочне представлення розподілу емпіричних даних у формі графіків

і таблиць

г. визначення тісноти зв'язку між ознаками

6. В якій категорії розташована функція «COS» :

- а. статистичні
- б. математичні
- в. логічні
- г. фінансові

7. До режиму редагування комірки дозволяє перейти натискання клавіші:

- а. F2
- б. F4
- в. F6
- г. F8

8. Що потрібно зробити в першу чергу, щоб створити звіт зведеної таблиці:

- а. відкрити майстер зведених таблиць
- б. перетягти дані з аркуша до подання зведеної таблиці
- в. вирішити, про що вам потрібно дізнатися

9. Назва осередку, яка йому надається програмою Microsoft Excel автоматично та складається з літери стовпця та цифри строчки називається:

- а. абсолютна назва
- б. відносна назва
- в. привласнена назва

10. В комірці електронної таблиці MS Excel задано число 7,11. При відображенні в процентному форматі с двома десятинними знаками в даній комірці буде відображатися:

- а. 711,00%
- б. 0,711
- в. 7,11%
- г. 0,711%

11. Оберіть вид даних за кількістю вимірюваних ознак (змінних):

- а. двомірні
- б. номінальні
- в. рангові

12. До шкали порядку відносяться дані:

- а. номінальні
- б. рангові
- в. дискретні

13. Дані, які можуть приймати яке завгодно значення в деякому інтервалі, називаються:

- а. дискретні
- б. безперервні
- в. номінальні

14. Група даних, яка включає всі можливі об'єкти дослідження, об'єднані однією ознакою, називається:

- а. генеральна сукупність
- б. вибіркова сукупність
- в. нормальна сукупність

15. Статистична сукупність вважається малою, якщо її об'єм:

- а. менше 10 елементів
- б. менше 20 елементів
- в. менше 30 елементів

16. Подія, яка в результаті випробування може відбутися або не відбутися, називається:

- а. випадковою
- б. закономірною
- в. невизначеною

17. До якого виду випадкових подій належить випадання 1 або 2 при киданні гральної кості:

- а. залежні
- б. рівноможливі
- в. незалежні

18. Кількісна міра (об'єм) досліджуваної ознаки, що може бути виражена в дискретної або безперервної формі, називається:

- а. випадкова подія
- б. випадкова величина
- в. випадкова ознака

19. Якщо дані групують за інтервалами (5-15 квантилів), на які поділяють діапазон зміни випадкової величини (розмах варіації  $R$ ), і зазначають середини інтервалів, то таке представлення закону розподілу називають:

- а. табличним
- б. графічним
- в. аналітичним

20. Взаємозв'язки, при яких певному значенню факторної ознаки відповідає одне і тільки одне значення результативної ознаки, називаються:

- а. функціональними
- б. кореляційними
- в. факторними

21. Якщо збільшення значень факторної ознаки супроводжується зменшенням значення результативної ознаки, то такий зв'язок називається:

- а. позитивним
- б. негативним
- в. нейтральним

22. Така форма взаємозв'язку, при якій статистичний зв'язок між ознаками може бути наближено виражена рівнянням будь-якої кривої лінії (параболічної, гіперболічної, статечної і т.ін.), називаються:

- а. нелінійною
- б. варіативною
- в. лінійною

23. Для встановлення факту наявності або відсутності залежності між ознаками використовують:

- а. регресійний аналіз
- б. логічний аналіз
- в. дисперсійний аналіз

24. Статистична залежність між випадковими величинами, що не мають строго функціонального характеру, при якій зміна факторного ознаки призводить до зміни середнього значення результативної ознаки, називається:

- а. функціональною
- б. кореляційною
- в. варіативною

25. Залежність між результативною і однією факторною ознаками при фіксованому значенні інших факторних ознак називається:

- а. часна кореляція
- б. парна кореляція
- в. множинна кореляція

### **Тестове завдання №2.**

1. Відновлення значення функції в проміжній точці по відомим її значенням в сусідніх точках називається:

- а. екстраполяція
- б. інтерполяція
- в. апроксимація

2. Для обчислення коефіцієнту кореляції необхідно обрати категорію вбудованих функцій Excel:

- а. математичні
- б. логічні
- в. статистичні

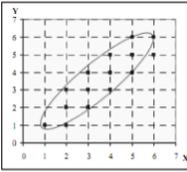
3. Після введення числа в осередок в EXCEL Ви спостерігаєте "#####" замість результату. У чому причина такої ситуації:

- а. не вистачає ширини осередку, щоб показати введене число
- б. число введено з помилкою
- в. число введено в захищену клітку

4. Вивчення залежностей між досліджуваними ознаками здійснюється за допомогою:

- а. методу перевірки статистичних гіпотез
- б. точкового й інтервального методів
- в. кореляційного аналізу

5. Яка форма статистичної залежності представлена на кореляційному



полі :

- а. строго позитивна кореляція
  - б. сильна позитивна кореляція
  - в. нульова кореляція
  - г. помірна негативна кореляція
6. Якщо коефіцієнт кореляції знаходиться в межах від 0,69 – 0,5 це:
- а. сильний статистичний взаємозв'язок
  - б. середній статистичний взаємозв'язок
  - в. слабкий статистичний взаємозв'язок
  - г. дуже слабкий статистичний взаємозв'язок
7. Статистичний метод, за допомогою якого можна встановити вплив однієї ознаки на іншу:
- а. дисперсійний аналіз
  - б. кореляційний аналіз
  - в. регресійний аналіз
8. До якого порядку в MS Excel експериментальні дані апроксимуються лінійним рівнянням:
- а. до 18
  - б. до 16
  - в. до 10
9. Яка функція використовується для отримання параметрів регресійного рівняння:
- а. ТЕНДЕНЦИЯ
  - б. ПРЕДСКАЗ
  - в. ЛИНЕЙН
10. Якщо R-квадрат (коефіцієнт детермінації) дорівнює 0,89 це:
- а. висока точність апроксимації (модель добре описує явище)
  - б. задовільна апроксимація (модель в цілому адекватна описуваного явища)
  - в. точність апроксимації є недостатньою і модель вимагає поліпшення (введення нових незалежних змінних)
11. Який коефіцієнт корекції використовують для дослідження взаємозв'язку між рядами даних, виміряними за порядковою шкалою:
- а. коефіцієнт рангової кореляції Спірмена
  - б. коефіцієнт множинної кореляції

в. коефіцієнт кореляції Браує – Пірсона

12. Процес підбору емпіричної формули  $\varphi(x)$  для встановленої з опиту функціональної залежності називається:

- а. екстраполяція
- б. інтерполяція
- в. апроксимація

13. Процес підбору емпіричної формули  $\varphi(x)$  для встановленої з опиту функціональної залежності називається:

- а. кінцева
- б. вибіркова
- в. генеральна

14. Залежність результативної і двох або більше факторних ознак, включених у дослідження, називається:

- а. часна кореляція
- б. парна кореляція
- в. множинна кореляція

15. Шкала, що дозволяє встановити пропорції між величинами, що вимірюються:

- а. номінативна шкала.
- б. шкала порядку
- в. інтервальна шкала
- г. шкала рівних відносин

16. Динамічна таблиця підсумкових даних, вилучених або розрахованих на основі інформації, що міститься в базі даних.

- а. розумна таблиця
- б. зведена таблиця
- в. електронна таблиця

17. Сервіс для створення анкет, опитувань та тестів, результати яких можна збирати через мережу Інтернет.

- а. Google Документи
- б. Google Сайти
- в. Google-таблиці
- г. Google Форми

18. Яка величина обчислюється за формулою  $\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^{i=k} (x_i - y_i)^2}{n(n^2 - 1)}$

- а. розмах варіації
- б. помилка репрезентативності
- в. коефіцієнт рангової кореляції Спірмена

19. Які існують способи вираження кореляції:
- а. кореляційний графік
  - б. кореляційне поле
  - в. коефіцієнт кореляції
20. Математична обробка експериментальних даних з використанням статистичних методів за допомогою комп'ютера:
- а. аналіз даних
  - б. регресійний аналіз
  - в. дисперсійний аналіз
21. В якій категорії міститься функція знаходження квадратного кореня?
- а. статистичні
  - б. математичні
  - в. логічні
  - г. текстові
22. Який вигляд має функція знаходження середнього значення?
- а. ДИСП
  - б. СТАНДОКЛОН
  - в. СРЗНАЧ
  - г. МЕДИАНА
23. Обробка одновимірних даних дозволяє відповісти на наступні питання:
- а. Чому дорівнює узагальнене значення ознаки, що вивчається?
  - б. Чи існують особливі значення ознаки, що вивчається?
  - в. Як розподілені дані ознаки, що вивчається?
  - г. Чи можна передбачити зміну однієї ознаки по значеннях іншої?
24. Статистична залежність між випадковими величинами, які не мають функціонального характеру, а при якому зміні факторної ознаки призводить до зміни середнього значення результативної ознаки:
- а. кореляція
  - б. регресія
  - в. дисперсія
25. Залежність середнього значення випадкової величини від деякої іншої або декількох випадкових величин:
- а. кореляція
  - б. регресія
  - в. дисперсія

### Список рекомендованої літератури

1. Азарова А. О. Інформатика та комп'ютерна техніка (Частина 1) : навчальний посібник Вінниця : ВНТУ, 2012. 361 с.
2. Андрієнко В. О. Математична статистика для психологів : навч. посібник. Одеса : Астропринт, 1999. 232 с.
3. Ашанін В. С., Єгорова О. В., Філенко Л.В. Інформаційно-комунікаційні системи у фізичній культурі та спорті : навчальний посібник. Харків : ХДАФК, 2018. 164с.
4. Ашанін В. С., Жерновнікова Я. В., Пятисоцька С. С. Інформатика [навчальний посібник для студентів I-го курсу спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність»]. Харків : ХДАФК, 2021. 148 с.
5. Ашанін В. С., Пятисоцька С. С. Системно-інформаційні основи наукових досліджень в фізичному вихованні та спорті : навчальний посібник. Харків : ХДАФК, 2019. 78 с.
6. Ашанін В. С., Пятисоцька С. С., Жерновнікова Я. В. Статистична обробка та аналіз інформації [навчальний посібник для здобувачів вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта (Фізична культура)]. Харків : ХДАФК, 2022. 112 с.
7. Ашанін В. С., Філенко Л. В., Басенко О. В., Церковна О. В. Інформатика і методи комп'ютерної обробки інформації (лабораторний практикум): навчальний посібник. Харків : ХДАФК, 2012. 152 с.
8. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів. Запоріжжя : КПУ, 2011. 268 с.
9. Боснюк В.Ф. Математичні методи у психології. Курс лекцій. Харків. 2016. 56с.
10. Вдовенко В. В. Математичні методи в психології: Навчально-методичний посібник. Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії» Авангард», 2017. 112 с.
11. Горонескуль М. М. Таблиці функцій та критичних точок розподілів. Розділи: Теорія імовірностей. Математична статистика. Математичні методи в психології. Х. : УЦЗУ, 2009. 90 с.
12. Грицюк П. М., Остапчук О. П. Аналіз даних : навчальній посібник. Рівне : НУВГП, 2008. 218 с.
13. Донченко В. С., Сидоров М. В. Теорія ймовірностей та математична статистика для соціальних наук : навч. посіб. К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. 400 с.
14. Жерновнікова Я. В. Підготовка майбутніх психологів до вирішення дослідницьких завдань за допомогою регресійного аналізу.

*Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Сер. 15 : Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт) : зб. наук. пр. / за ред. О. В. Тимошенка. 2023. Вип. 8 (168)23. С. 62–65.*

15. Климчук В. О. Математичні методи у психології : навчальний посібник. К. : Освіта України, 2009. 288 с.

16. Кушлик-Дивульська О. І., Поліщук Н. В., Орел Б. П., Штабалуєк П. І. Теорія ймовірностей та математична статистика : навчальний посібник. К. : НТУУ «КПІ», 2014. 212 с.

17. Літнароч Р. М. Основи математичної статистики у психології : навчальний посібник. Ч.3. Рівне : МЕНУ, 2006. 49 с.

18. Нелюбов В. О., Куруца О. С. Основи інформатики. Microsoft Excel 2016 : навчальний посібник. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2018. 58 с.

19. Олефір В.О. Математичні методи у психології: методичні вказівки з організації та планування самостійної роботи для здобувачів освітньокваліфікаційного рівня бакалавр за спеціальністю 052 – психологія. Харків. 2016. 59 с.

20. Питювка О. Ю. Математичні методи в психології : методичні рекомендації для виконання самостійної роботи студентів денної та заочної форми навчання спеціальності 053 «Психологія». Мукачево : МДУ, 2017. 61 с.

21. Пятисоцька С. С., Алексєєва І. А., Алексєнко Я. В. Основи інформатики та комп'ютерної техніки : навчальний посібник. Харків : ХДАФК, 2018. 117 с.

22. Пятисоцька С. С., Жерновнікова Я. В. Інформаційні технології у фізичній культурі та спорті [методичні рекомендації для студентів I-го курсу спеціальності 017 Фізична культура і спорт]. Харків : ХДАФК, 2022. 52 с.

23. Руденко В. М. Математична статистика : навчальний посібник. К. : Центр учбової літератури, 2012. 304 с.

24. Руська Р.В. Теорія імовірності та математична статистика в психології : навч.посіб. Тернопіль. 2020. 112 с.

25. Татяничков А. О. Математичні методи в психології: навчально-методичні рекомендації (в допомогу до самостійної роботи для здобувачів вищої освіти ступеня бакалавра факультету психології, політології та соціології) ; кафедра психології НУ «Одеська юридична академія». Одеса : Фенікс, 2021. 48 с.

26. Татяничков А. О. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу «Методи психологічного дослідження:

математичні методи в психології» для студентів IV курсу спеціальності 053 «Психологія». Одеса : ПНПУ імені К. Д. Ушинського, 2019. 38 с.

27. Телейко А. Б., Чорней Р. К. Матиматико-статистичні методи в соціології та психології : навчальний посібник. К. : МАУП, 2007. 424 с.

28. Фадєєва Т. О. Практичні заняття до курсу «Математичні методи у психології». Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. 76 с.

## ДОДАТКИ

## Додаток 1

**Критичні значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена  $r_s$ ,**

Значення  $(r_s)_{кр}$  наведені для рівня статистичної значущості  $p \leq 0,05$

<b>n</b>	<b><math>(r_s)_{кр}</math></b>	<b>n</b>	<b><math>(r_s)_{кр}</math></b>
<b>5</b>	0,94	<b>23</b>	0,42
<b>6</b>	0,85	<b>24</b>	0,41
<b>7</b>	0,78	<b>25</b>	0,40
<b>8</b>	0,72	<b>26</b>	0,39
<b>9</b>	0,68	<b>27</b>	0,38
<b>10</b>	0,64	<b>28</b>	0,38
<b>11</b>	0,61	<b>29</b>	0,37
<b>12</b>	0,58	<b>30</b>	0,36
<b>13</b>	0,56	<b>31</b>	0,36
<b>14</b>	0,54	<b>32</b>	0,35
<b>15</b>	0,52	<b>33</b>	0,34
<b>16</b>	0,50	<b>34</b>	0,34
<b>17</b>	0,48	<b>35</b>	0,33
<b>18</b>	1,47	<b>36</b>	0,33
<b>19</b>	0,46	<b>37</b>	0,33
<b>20</b>	0,45	<b>38</b>	0,32
<b>21</b>	0,44	<b>39</b>	0,32
<b>22</b>	0,43	<b>40</b>	0,31

### Критичні значення коефіцієнтів лінійної кореляції

Критичні значення коефіцієнта лінійної кореляції ( $r_{кр}$ ) визначаються кількості ступенів свободи, пов'язаного з обсягом вибірки ( $n$ ) співвідношенням  $\nu = n - 2$  різних рівнів значимості.

$\nu$	$p=0,05$	$p=0,01$
2	0,95	0,99
3	0,88	0,96
4	0,81	0,92
5	0,75	0,87
6	0,70	0,83
7	0,67	0,80
8	0,63	0,77
9	0,60	0,74
10	0,58	0,71
13	0,51	0,64
15	0,48	0,61
18	0,44	0,56

$\nu$	$p=0,05$	$p=0,01$
20	0,42	0,54
25	0,38	0,49
30	0,35	0,45
35	0,32	0,42
40	0,30	0,39
50	0,27	0,35
60	0,25	0,33
70	0,23	0,30
80	0,22	0,28
90	0,21	0,27
100	0,19	0,25
200	0,14	0,18



Навчальне видання

**Ашанін Володимир Семенович**

завідувач кафедри інформатики та біомеханіки Харківської державної академії фізичної культури, професор, кандидат фізико-математичних наук

**Жерновнікова Яна Вікторівна**

доцент кафедри інформатики та біомеханіки Харківської державної академії фізичної культури, кандидат педагогічних наук

**Пятисоцька Світлана Сергіївна**

доцент кафедри інформатики та біомеханіки Харківської державної академії фізичної культури, кандидат наук з фізичного виховання та спорту

## **Комп'ютерна обробка даних експериментальних досліджень**

**Навчальний посібник**

Харківська державна академія фізичної культури  
Вул. Клочківська, 99, Харків, 61058