

## Побудова звезденої таблиці:

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a pivot table being created. The data source is a table with columns: №, Рівень пізнавальної активності, Курс, Названия, високий, низький, середній, and Общий итог. The pivot table is currently showing the 'Общий итог' for each level of activity.

The 'Создание сводной таблицы' dialog box is open, showing the following options:

- Выберите данные для анализа:
  - Выбрать таблицу или диапазон
  - Таблица или диапазон: 'Коефіцієнти зв'язності'!\$B\$1:\$C\$21
  - Использовать внешний источник данных
- Имя подключения:
- Укажите, куда следует поместить отчет сводной таблицы:
  - На новый лист
  - На существующий лист
  - Диапазон: 'Коефіцієнти зв'язності'!\$H\$1

Buttons: OK, Отмена

Для розрахунку коефіцієнтів кореляції Пірсона скористуємося формулами (4) і (6):

## Формули для обчислення коефіцієнта лінійної кореляції

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - M_x) \cdot (y_i - M_y)}{(n - 1) \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (4)$$

$$r_{xy} = \frac{n \cdot \sum (x_i \cdot y_i) - (\sum x_i \cdot \sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] \times [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (5)$$

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i \cdot y_i - n \cdot M_x \cdot M_y}{(n - 1) \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (6)$$

Для їх розрахунку необхідні значення середніх ( $M_x$  і  $M_y$ ) і стандартного відхилення ( $\sigma_x$  і  $\sigma_y$ ), які обчислюються за допомогою статистичних функцій: `=СРЗНАЧ()` і `=СТАНДОТКЛОН.В()`. Для цих функцій аргументом є діапазон значень в стовпцях **Стандартизована методика** і **Експериментальна методика**. Після введення формул до комірок **B22** і **B23**, протягнути за маркер заповнення. Значення **n** дорівнює обсягу вибірки, тобто **20**.

№	Стандартизована методика	Експериментальна методика
1		
2	1	30
3	2	25
4	3	38
5	4	37
6	5	27
7	6	41
8	7	39
9	8	46
10	9	31
11	10	48
12	11	35
13	12	37
14	13	28
15	14	32
16	15	44
17	16	27
18	17	41
19	18	38
20	19	45
21	20	33
M	3,567	36,100
$\sigma$	0,879	6,851
n	20	

Для обчислення виразу  $\sum(x_i - M_x)(y_i - M_y)$  здійснені додаткові розрахунки виразів:  $x_i - M_x$  і  $y_i - M_y$ . Зверніть увагу, що посилання на  $M_x$  і  $M_y$  – абсолютні. Формули в діапазонах

№	Стандартизована методика	Експериментальна методика	$x_i - M_x$	$y_i - M_y$	$(x_i - M_x)(y_i - M_y)$
1	3	30	-0,57	-6,10	3,46
2	2,36	25	-1,21	-1,10	13,39
3	3,64	38	0,07	1,90	0,14
4	3,45	37	-0,12	0,90	-0,10
5	2,91	27	-0,66	-9,10	5,97
6	4,73	41	1,16	4,90	5,70
7	4,55	39	0,98	2,90	2,85
8	4,45	46	0,88	9,90	8,75
9	2,91	31	-0,66	-5,10	3,35
10	4,82	48	1,25	11,90	14,92
11	3,36	35	-0,21	-1,10	0,23
12	3,91	37	0,34	0,90	0,31
13	2,55	28	-1,02	-8,10	8,23
14	2,73	32	-0,84	-4,10	3,48
15	4,64	44	1,07	7,90	8,48
16	2,35	27	-1,22	-9,10	11,07
17	2,36	41	-1,21	4,90	-5,91
18	4,25	38	0,68	1,90	1,30
19	3,91	45	0,34	8,90	3,06
20	4,45	33	0,88	-3,10	-2,74
M	3,567	36,100			85,88
$\sigma$	0,879	6,851			
n	20				
$r_{xy}$	0,751				

Formulas shown in callouts:

- $=B2-\$B\$22$  (Red box, points to D2)
- $=D2*E2$  (Green box, points to F2)
- $=C2-\$C\$22$  (Blue box, points to D2)
- $=СУММ(F2:F21)$  (Green box, points to F22)
- $=F22/((B24-1)*B23*C23)$  (Purple box, points to F25)

Розрахунок по формулі (6), дав таке ж значення коефіцієнту кореляції:

№	Стандартизована методика	Експериментальна методика	$x_i - M_x$	$y_i - M_y$	$(x_i - M_x)(y_i - M_y)$	$x_i y_i$
1	3	30	-0,57	-6,10	3,46	90,00
2	2,36	25	-1,21	-11,10	13,39	59,00
3	3,64	38	0,07	1,90	0,14	138,32
4	3,45	37	-0,12	0,90	-0,10	127,65
5	2,91	27	-0,66	-9,10	5,97	78,57
6	4,73	41	1,16	4,90	5,70	193,93
7	4,55	39	0,98	2,90	2,85	177,45
8	4,45	46	0,88	9,90	8,75	204,70
9	2,91	31	-0,66	-5,10	3,35	90,21
10	4,82	48	1,25	11,90	14,92	231,36
11	3,36	35	-0,21	-1,10	0,23	117,60
12	3,91	37	0,34	0,90	0,31	144,67
13	2,55	28	-1,02	-8,10	8,23	71,40
14	2,73	32	-0,84	-4,10	3,43	87,36
15	4,64	44	1,07	7,90	8,48	204,16
16	2,35	27	-1,22	-9,10	11,07	63,45
17	2,36	41	-1,21	4,90	-5,91	96,76
18	4,25	38	0,68	1,90	1,30	161,50
19	3,91	45	0,34	8,90	3,06	175,95
20	4,45	33	0,88	-3,10	-2,74	146,85
Σ	3,567	36,100			85,88	2660,89
σ	0,879	6,851				
n	20					
$r_{XY}$	0,751					
$r_{XY}$	0,751					

Formula 1:  $=B2*C2$

Formula 2:  $=СУММ(H2:H21)$

Formula 3:  $=(H22-B24*B22*C22)/((B24-1)*B23*C23)$

За допомогою статистичної функції **=КОРРЕЛ()** отримано також значення 0,751. Також обчислені емпіричні і критичні значення  $t$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H
3	2	2,36	25	-1,21	-11,10	13,39		59,00
4	3	3,64	38	0,07	1,90	0,14		138,32
5	4	3,45	37	-0,12	0,90	-0,10		127,65
6	5	2,91	27	-0,66	-9,10	5,97		78,57
7	6	4,73	41	1,16	4,90	5,70		193,93
8	7	4,55	39	0,98	2,90	2,85		177,45
9	8	4,45	46	0,88	9,90	8,75		204,70
10	9	2,91	31	-0,66	-5,10	3,35		90,21
11	10	4,82	48	1,25	11,90	14,92		231,36
12	11	3,36	35	-0,21	-1,10	0,23		117,60
13	12	3,91	37	0,34	0,90	0,31		144,67
14	13	2,55	28	-1,02	-8,10	8,23		71,40
15	14	2,73	32	-0,84	-4,10	3,43		87,36
16	15	4,64	44	1,07	7,90	8,48		204,16
17	16	2,35	27	-1,22	-9,10	11,07		63,45
18	17	2,36	41	-1,21	4,90	-5,91		96,76
19	18	4,25	38	0,68	1,90	1,30		161,30
20	19	3,91	45	0,34	8,90	3,06		175,95
21	20	4,45	33	0,88	-3,10	-2,74		146,85
22	M	3,567	36,100			85,88		2660,89
23	$\sigma$	0,879	6,851					
24	n	20						
25	$r_{XY}$	0,751						
26	$r_{XY}$	0,751						
27	$r_{XY}$	0,751						
28	$t_r$	4,820						
29	$t_{0,05}$	1,729						
30	$t_{0,01}$	2,539						

**=КОРРЕЛ(B2:B21;C2:C21)**  
**=ABS(B27)\*КОРЕНЬ((B24-2)/(1-B27^2))**  
**=ABS(СТЪЮДЕНТ.ОБР(0,05;B24-1))**  
**=ABS(СТЪЮДЕНТ.ОБР(0,01;B24-1))**

Отримане емпіричне значення більше за критичне на рівні значущості 0,01 ( $t_{0,01}$ ), а отже отриманий коефіцієнт кореляції Пірсона можна вважати істотним. Також значення коефіцієнту кореляції можна порівняти з критичним, яке береться з таблиці для  $n=20$

## Критичні значення коефіцієнта лінійної кореляції Пірсона

n	p		n	p		n	p	
	0,05	0,01		0,05	0,01		0,05	0,01
5	0,878	0,959	17	0,482	0,606	29	0,367	0,471
6	0,811	0,917	18	0,468	0,590	30	0,361	0,463
7	0,754	0,875	19	0,456	0,575	31	0,355	0,456
8	0,707	0,834	20	0,444	0,561	32	0,349	0,449
9	0,666	0,798	21	0,433	0,549	33	0,344	0,442
10	0,632	0,765	22	0,423	0,537	34	0,339	0,436
11	0,602	0,735	23	0,413	0,526	35	0,334	0,430
12	0,579	0,708	24	0,404	0,515	36	0,329	0,424
13	0,553	0,684	25	0,396	0,505	37	0,325	0,418
14	0,532	0,661	26	0,388	0,496	38	0,320	0,413
15	0,514	0,641	27	0,381	0,487	39	0,316	0,408
16	0,497	0,623	28	0,374	0,479	40	0,312	0,403

Оскільки  $r_{XY} > r_{\text{крит.}}$  ( $0,751 > 0,561$ ), то коефіцієнт кореляції є достовірним і свідчить про сильний зв'язок. Отже, розроблена експериментальна методика валідна.

Обчислення рангового коефіцієнту кореляції Спірмена, здійснюється по формулі (7) або (8). Все залежить від того, чи є повторювані ранги в стовпцях X і Y.

## Формула для обчислення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена:

а) при відсутності однакових рангів

$$\rho_{xy} = 1 - \frac{6 \times \sum d^2}{n \cdot (n^2 - 1)} \quad (7)$$

б) при наявності однакових рангів

$$\rho_{xy} = 1 - \frac{6 \times \sum d^2 + T_x + T_y}{n \cdot (n^2 - 1)} \quad (8)$$

де  $n$  – обсяг вибірки;

$d$  – різниця між рангами за двома змінним для кожного випробуваного;

$\sum d^2$  – сума квадратів різниць рангів;

$T_x$  і  $T_y$  – поправки для однакових рангів.



Спочатку здійснили ранжування даних двох стовпців:

№	Стандартизована методика	Експериментальна методика	Rank X	Rank Y	di	di <sup>2</sup>
1	3	30	13	16	3	9
2	2,36	25	18,5	20	1,5	2,25
3	3,64	38	10	8,5	-1,5	2,25
4	3,45	37	11	10,5	-0,5	0,25
5	2,91	27	14,5	18,5	4	16
6	4,73	41	2	5,5	3,5	12,25
7	4,55	39	4	7	3	9
8	4,45	46	5,5	2	-3,5	12,25
9	2,91	31	14,5	15	0,5	0,25
10	4,82	48	1	1	0	0
11	3,36	35	12	12	0	0
12	3,91	37	8,5	10,5	2	4
13	2,55	28	17	17	0	0
14	2,73	32	16	14	-2	4
15	4,64	44	3	4	1	1
16	2,35	27	20	18,5	-1,5	2,25
17	2,36	41	18,5	5,5	-13	169
18	4,25	38	7	8,5	1,5	2,25
19	3,91	45	8,5	3	-5,5	30,25
20	4,45	33	5,5	13	7,5	56,25
n	20					332,5

Formulas shown in callouts:

- `=РАНГ.СР(B2;B$2:B$21)` (Rank X)
- `=РАНГ.СР(C2;C$2:C$21)` (Rank Y)
- `=F2^2` (di)
- `=E2-D2` (di<sup>2</sup>)
- `=СУММ(G2:G21)` (Sum of di<sup>2</sup>)

Оскільки і в стовпці X і в стовпці Y є повторювані ранги: 4 рази по 2 повтори, то  $a=2$  і  $b=2$ . Це значення підставили до формул:

## Обчислення поправок рангів:

$$T_x = \sum (a^3 - a) / 12$$

$$T_y = \sum (b^3 - b) / 12$$

$$T_x = \frac{2^3 - 2}{12} + \frac{2^3 - 2}{12} + \frac{2^3 - 2}{12} + \frac{2^3 - 2}{12} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2$$

$$T_y = \frac{2^3 - 2}{12} + \frac{2^3 - 2}{12} + \frac{2^3 - 2}{12} + \frac{2^3 - 2}{12} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 2$$

Хоча ці значення розраховано в Excel.

Розрахунок коефіцієнта кореляції Спірмена, емпіричного значення  $t$ . Критичні значення обчислюються аналогічно прикладу коефіцієнта кореляції Пірсона.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data and formulas:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
11	10	4,82	48	1	1	0	0										
12	11	3,36	35	12	12	0	0										
13	12	3,91	37	8,5	10,5	2	4										
14	13	2,55	28	17	17	0	0										
15	14	2,73	32	16	14	-2	4										
16	15	4,64	44	3	4	1	1										
17	16	2,35	27	20	18,5	-1,5	2,25										
18	17	2,36	41	18,5	5,5	-13	169										
19	18	4,25	38	7	8,5	1,5	2,25										
20	19	3,91	45	8,5	3	-5,5	30,25										
21	20	4,45	33	5,5	13	7,5	56,25										
22	n	20					332,5										
23	$T_x$	2															
24	$T_y$	2															
25	$\rho_{XY}$	0,749															
26	$t_p$	4,803362845															
27	$t_{0,05}$	1,729132812															
28	$t_{0,01}$	2,539483191															

Formulas and their corresponding cells:

- Red box:  $=4*(2^3-2)/12$  (points to cell B23)
- Blue box:  $=4*(2^3-2)/12$  (points to cell B24)
- Green box:  $=1-(6*G22+B23+B24)/(B22*(B22^2-1))$  (points to cell B25)
- Magenta box:  $=ABS(B25)*КОРЕНЬ((B22-2)/(1-B25^2))$  (points to cell B26)

The status bar at the bottom shows: Коефіцієнти зв'язності | Пірсон | Спірмен | Готово | 100%