

Методичні рекомендації

Критерій Манна-Вітні

У студентів першого та четвертого курсів було досліджено рівень самооцінки. Перевірити гіпотезу про наявність відмінностей у самооцінці студентів 1-го та 4-го курсів. Результати тестування наведено у таблиці.

№	Курс 1	Курс 4
1	0,12	0,84
2	0,47	0,63
3	0,38	0,23
4	0,13	0,95
5	0,19	0,98
6	0,63	0,73
7	0,56	0,95
8	0,55	0,96
9	0,58	0,95
10	0,45	0,54
11	0,35	0,28
12	0,73	0,23
13	0,15	
14	0,35	

Провести перевірку гіпотези за критерієм Манна-Вітні.

1. Для визначення першої та другої вибірок були знайдені максимальне та мінімальне значення в кожній вибірці. Як видно з результатів (рис. 1) мінімальне і максимальне значення в групі Курс 1 менші ніж в групі Курс 4. Отже, першою вибіркою є Курс 4, а другою – Курс 1.

	A	B	C	D
1	№	Курс 1	Курс 4	
2	1	0,12	0,84	
3	2	0,47	0,63	
4	3	0,38	0,23	
5	4	0,13	0,95	
6	5	0,19	0,98	
7	6	0,63	0,73	
8	7	0,56	0,95	
9	8	0,55	0,96	
10	9	0,58	0,95	
11	10	0,45	0,54	
12	11	0,35	0,28	
13	12	0,73	0,23	
14	13	0,15		
15	14	0,35		
16				
17	min	0,12	0,23	
18	max	0,73	0,98	

	A	B	C
1	№	Курс 1	Курс 4
2	1	0,12	0,84
3	2	0,47	0,63
4	3	0,38	0,23
5	4	0,13	0,95
6	5	0,19	0,98
7	6	0,63	0,73
8	7	0,56	0,95
9	8	0,55	0,96
10	9	0,58	0,95
11	10	0,45	0,54
12	11	0,35	0,28
13	12	0,73	0,23
14	13	0,15	
15	14	0,35	
16			
17	min	=МИН(B2:B15)	=МИН(C2:C15)
18	max	=МАКС(B2:B15)	=МАКС(C2:C15)

Рис. 1. Визначення першої та другої вибірок

2. Сформулюємо статистичні гіпотези.

H₀: Рівень самооцінки студентів четвертого курсу не перевищує рівня самооцінки студентів першого курсу.

H₁: Рівень самооцінки студентів четвертого курсу перевищує рівень самооцінки студентів першого курсу.

3. Об'єднаємо дві вибірки в одну, позначивши їх різними кольорами, для розрізнення. Поєднання здійснено завдяки використанню формул (рис. 2).

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	№	Курс 1	Курс 4		об'єднана вибірка	1	№	Курс 1	Курс 4		об'єднана вибірка
2	1	0,12	0,84		0,12	2	1	0,12	0,84		=B2
3	2	0,47	0,63		0,47	3	2	0,47	0,63		=B3
4	3	0,38	0,23		0,38	4	3	0,38	0,23		=B4
5	4	0,13	0,95		0,13	5	4	0,13	0,95		=B5
6	5	0,19	0,98		0,19	6	5	0,19	0,98		=B6
7	6	0,63	0,73		0,63	7	6	0,63	0,73		=B7
8	7	0,56	0,95		0,56	8	7	0,56	0,95		=B8
9	8	0,55	0,96		0,55	9	8	0,55	0,96		=B9
10	9	0,58	0,95		0,58	10	9	0,58	0,95		=B10
11	10	0,45	0,54		0,45	11	10	0,45	0,54		=B11
12	11	0,35	0,28		0,35	12	11	0,35	0,28		=B12
13	12	0,73	0,23		0,73	13	12	0,73	0,23		=B13
14	13	0,15			0,15	14	13	0,15			=B14
15	14	0,35			0,35	15	14	0,35			=B15
16					0,84	16					=C2
17	min	0,12	0,23		0,63	17	min	=МИН(B2:B15)	=МИН(C2:C15)		=C3
18	max	0,73	0,98		0,23	18	max	=МАКС(B2:B15)	=МАКС(C2:C15)		=C4
19					0,95	19					=C5
20					0,98	20					=C6
21					0,73	21					=C7
22					0,95	22					=C8
23					0,96	23					=C9
24					0,95	24					=C10
25					0,54	25					=C11
26					0,28	26					=C12
27					0,23	27					=C13

Рис. 2. Поєднання вибірок

4. Виконується ранжування об'єднаного ряду за допомогою функції РАНГ.СР. У результаті в комірці F2 отримана формула:

$$=РАНГ.СР(E2;SE$2:SE$27;0)$$

Для зміни виду посилання на абсолютне (значки \$\$) необхідно натиснути клавішу «F4». І протягнути за маркер заповнення (рис. 3, а) У результаті отриманий ранговий ряд (рис. 3, б).

F2				fx =РАНГ.СР(Е2;С\$Е2:С\$Е27;0)				
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	№	Курс 1	Курс 4		об'єднана вибірка			
2	1	0,12	0,84		0,12	26		
3	2	0,47	0,63		0,47			
4	3	0,38	0,23		0,38			
5	4	0,13	0,95		0,13			
6	5	0,19	0,98		0,19			
7	6	0,63	0,73		0,63			
8	7	0,56	0,95		0,56			
9	8	0,55	0,96		0,55			
10	9	0,58	0,95		0,58			
11	10	0,45	0,54		0,45			
12	11	0,35	0,28		0,35			
13	12	0,73	0,23		0,73			
14	13	0,15			0,15			
15	14	0,35			0,35			
16					0,84			
17	min	0,12	0,23		0,63			
18	max	0,73	0,98		0,23			
19					0,95			
20					0,98			
21					0,73			
22					0,95			
23					0,96			
24					0,95			
25					0,54			
26					0,28			
27					0,23			

Маркер заповнення

	A	B	C	D	E	F
1	№	Курс 1	Курс 4		об'єднана вибірка	Ранги
2	1	0,12	0,84		=B2	=РАНГ.СР(Е2;С\$Е2:С\$Е27;0)
3	2	0,47	0,63		=B3	=РАНГ.СР(Е3;С\$Е2:С\$Е27;0)
4	3	0,38	0,23		=B4	=РАНГ.СР(Е4;С\$Е2:С\$Е27;0)
5	4	0,13	0,95		=B5	=РАНГ.СР(Е5;С\$Е2:С\$Е27;0)
6	5	0,19	0,98		=B6	=РАНГ.СР(Е6;С\$Е2:С\$Е27;0)
7	6	0,63	0,73		=B7	=РАНГ.СР(Е7;С\$Е2:С\$Е27;0)
8	7	0,56	0,95		=B8	=РАНГ.СР(Е8;С\$Е2:С\$Е27;0)
9	8	0,55	0,96		=B9	=РАНГ.СР(Е9;С\$Е2:С\$Е27;0)
10	9	0,58	0,95		=B10	=РАНГ.СР(Е10;С\$Е2:С\$Е27;0)
11	10	0,45	0,54		=B11	=РАНГ.СР(Е11;С\$Е2:С\$Е27;0)
12	11	0,35	0,28		=B12	=РАНГ.СР(Е12;С\$Е2:С\$Е27;0)
13	12	0,73	0,23		=B13	=РАНГ.СР(Е13;С\$Е2:С\$Е27;0)
14	13	0,15			=B14	=РАНГ.СР(Е14;С\$Е2:С\$Е27;0)
15	14	0,35			=B15	=РАНГ.СР(Е15;С\$Е2:С\$Е27;0)
16					=C2	=РАНГ.СР(Е16;С\$Е2:С\$Е27;0)
17	min	=МИН(B2:B15)	=МИН(C2:C15)		=C3	=РАНГ.СР(Е17;С\$Е2:С\$Е27;0)
18	max	=МАКС(B2:B15)	=МАКС(C2:C15)		=C4	=РАНГ.СР(Е18;С\$Е2:С\$Е27;0)
19					=C5	=РАНГ.СР(Е19;С\$Е2:С\$Е27;0)
20					=C6	=РАНГ.СР(Е20;С\$Е2:С\$Е27;0)
21					=C7	=РАНГ.СР(Е21;С\$Е2:С\$Е27;0)
22					=C8	=РАНГ.СР(Е22;С\$Е2:С\$Е27;0)
23					=C9	=РАНГ.СР(Е23;С\$Е2:С\$Е27;0)
24					=C10	=РАНГ.СР(Е24;С\$Е2:С\$Е27;0)
25					=C11	=РАНГ.СР(Е25;С\$Е2:С\$Е27;0)
26					=C12	=РАНГ.СР(Е26;С\$Е2:С\$Е27;0)
27					=C13	=РАНГ.СР(Е27;С\$Е2:С\$Е27;0)

а)

б)

Рис. 3. Виконання ранжування об'єднаної вибірки

5. Розділимо ранги об'єднаної вибірки на дві вибірки, скориставшись формулами (рис. 4).

E	F	G	H	I	J
об'єднана вибірка	Ранги			Перша вибірка (Курс 4)	Друга вибірка (Курс 1)
=B2	=РАНГ.СР(Е2;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F16	=F2
=B3	=РАНГ.СР(Е3;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F17	=F3
=B4	=РАНГ.СР(Е4;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F18	=F4
=B5	=РАНГ.СР(Е5;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F19	=F5
=B6	=РАНГ.СР(Е6;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F20	=F6
=B7	=РАНГ.СР(Е7;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F21	=F7
=B8	=РАНГ.СР(Е8;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F22	=F8
=B9	=РАНГ.СР(Е9;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F23	=F9
=B10	=РАНГ.СР(Е10;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F24	=F10
=B11	=РАНГ.СР(Е11;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F25	=F11
=B12	=РАНГ.СР(Е12;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F26	=F12
=B13	=РАНГ.СР(Е13;С\$Е2:С\$Е27;0)			=F27	=F13
=B14	=РАНГ.СР(Е14;С\$Е2:С\$Е27;0)				=F14
=B15	=РАНГ.СР(Е15;С\$Е2:С\$Е27;0)				=F15
=C2	=РАНГ.СР(Е16;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C3	=РАНГ.СР(Е17;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C4	=РАНГ.СР(Е18;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C5	=РАНГ.СР(Е19;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C6	=РАНГ.СР(Е20;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C7	=РАНГ.СР(Е21;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C8	=РАНГ.СР(Е22;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C9	=РАНГ.СР(Е23;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C10	=РАНГ.СР(Е24;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C11	=РАНГ.СР(Е25;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C12	=РАНГ.СР(Е26;С\$Е2:С\$Е27;0)				
=C13	=РАНГ.СР(Е27;С\$Е2:С\$Е27;0)				

Рис. 4. Вибірки, створені з рангів

6. Для кожного ряду обчислено суму рангів. Це значення 115 та 236. Обсяг першої вибірки $n_1 = 12$, обсяг другої – $n_2 = 14$; обсяг об'єднаної вибірки – $n = n_1 + n_2 = 26$. Також проведена перевірка суми рангів (рис. 5).

	Н	І	Ж	К	Л		Н	І	Ж	К	Л
		Перша вибірка (Курс 4)	Друга вибірка (Курс 1)					Перша вибірка (Курс 4)	Друга вибірка (Курс 1)		
1						1					
2		6	26			2	=F16	=F2			
3		9,5	15			3	=F17	=F3			
4		21,5	17			4	=F18	=F4			
5		4	25			5	=F19	=F5			
6		1	23			6	=F20	=F6			
7		7,5	9,5			7	=F21	=F7			
8		4	12			8	=F22	=F8			
9		2	13			9	=F23	=F9			
10		4	11			10	=F24	=F10			
11		14	16			11	=F25	=F11			
12		20	18,5			12	=F26	=F12			
13		21,5	7,5			13	=F27	=F13			
14			24			14		=F14			
15			18,5	Перевірка		15		=F15	Перевірка		
16	T=	115	236		351	16	T=	=СУММ(I2:I15)	=СУММ(J2:J15)	=СУММ(I16:J16)	
17	n=	12	14	26	351	17	n=	12	14	=СУММ(I17:J17)	=K17*(K17+1)/2

Рис. 5. Перевірка суми рангів

7. Визначимо найбільшу рангову суму: $T_x = 236$, відповідно обсяг вибірки з найбільшою ранговою сумою – $n_x = 14$. На рис. 6 представлено обчислення цих показників.

	Н	І	Ж			Н	І	Ж
		Перша вибірка (Курс 4)	Друга вибірка (Курс 1)				Перша вибірка (Курс 4)	Друга вибірка (Курс 1)
1					1			
2		6	26		2	=F16	=F2	
3		9,5	15		3	=F17	=F3	
4		21,5	17		4	=F18	=F4	
5		4	25		5	=F19	=F5	
6		1	23		6	=F20	=F6	
7		7,5	9,5		7	=F21	=F7	
8		4	12		8	=F22	=F8	
9		2	13		9	=F23	=F9	
10		4	11		10	=F24	=F10	
11		14	16		11	=F25	=F11	
12		20	18,5		12	=F26	=F12	
13		21,5	7,5		13	=F27	=F13	
14			24		14		=F14	
15			18,5		15		=F15	
16	T=	115	236		16	T=	=СУММ(I2:I15)	=СУММ(J2:J15)
17	n=	12	14		17	n=	12	14
18					18			
19	T _x =	236			19	T _x =	=МАКС(I16:J16)	
20	n _x =	14			20	n _x =	=ЕСЛИ(I19=I16;I17;J17)	

Рис. 6. Обчислення T_x та n_x

8. Нарешті для обчислення $U_{емп}$ скористалися формулою (1), представленою в алгоритмі (рис. 7).

15		18,5	Перевірка	15		=F15	Перевірка
16	T=	115	351	16	T=	=СУММ(I2:I15)	=СУММ(I16:J16)
17	n=	12	14	17	n=	12	=СУММ(I17:J17)
18			26	18			=K17*(K17+1)/2
19	T _x =	236		19	T _x =	=МАКС(I16:J16)	
20	n _x =	14		20	n _x =	=ЕСЛИ(I19=I16;I17;J17)	
21				21			
22				22			
23	U _{емп} =	37		23	U _{емп} =	=I17*J17+(I20*(I20+1))/2-J16	

Рис. 7. Обчислення $U_{емп}$

9. По таблицям критичних значень критерія U -Манна-Уитни (Додаток А) для рівнів значущості $\alpha = 0,05$ й $\alpha = 0,01$ та $n_1 = 12$ й $n_2 = 14$: $U_{1кр} = 51$ та $U_{2кр} = 38$.

10. Будуємо вісь значущості:

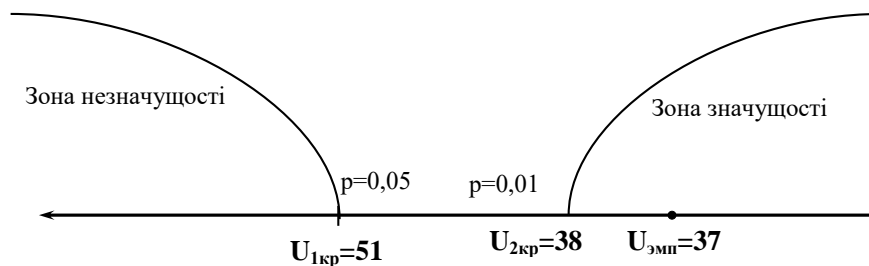


Рис. 8. Вісь значущості для критерія Манна-Вітні

11. $U_{емп}$ потрапило до зони значущості, тому гіпотеза H_0 відхиляється та приймається H_1 .

12. Висновок: Згідно з критерієм Манна-Вітні можна стверджувати, що студенти 4 курсу перевершують студентів 1 курсу за рівнем самооцінки.

Критерій Крускала-Волліса

Було проведено дослідження студентів першого, другого та третього курсів для визначення інтегральної самооцінки особистості. Результати діагностики представлені у таблиці.

№	Курс 1	Курс 2	Курс 3
1	61	43	44
2	46	49	51
3	55	46	28
4	47	31	43
5	36	42	38
6	26	59	35
7		37	47
8		41	

- Для того щоб розрізняти три вибірки, виконаємо заливку комірок трьох стовпців різними кольорами і об'єднаємо три вибірки в одну.
- Визначимо ранги значень в об'єднаному ряді за допомогою функції РАНГ.СР (див. п. 4, присвячений критерію Манна-Вітні).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	№	Курс 1	Курс 2	Курс 3					Об'єднаний ряд	Ранги
1										
2	1	61	43	44					61	1
3	2	46	49	51					46	8,5
4	3	55	46	28					55	3
5	4	47	31	43					47	6,5
6	5	36	42	38					36	17
7	6	26	59	35					26	21
8	7		37	47					43	11,5
9	8		41						49	5
10									46	8,5
11									31	19
12									42	13
13									59	2
14									37	16
15									41	14
16									44	10
17									51	4
18									28	20
19									43	11,5
20									38	15
21									35	18
22									47	6,5
23										

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	№	Курс 1	Курс 2	Курс 3					Об'єднаний ряд	Ранги
1										
2	1	61	43	44					=B2	=РАНГ.СР(I2:\$I\$2:\$I\$22;0)
3	2	46	49	51					=B3	=РАНГ.СР(I3:\$I\$2:\$I\$22;0)
4	3	55	46	28					=B4	=РАНГ.СР(I4:\$I\$2:\$I\$22;0)
5	4	47	31	43					=B5	=РАНГ.СР(I5:\$I\$2:\$I\$22;0)
6	5	36	42	38					=B6	=РАНГ.СР(I6:\$I\$2:\$I\$22;0)
7	6	26	59	35					=B7	=РАНГ.СР(I7:\$I\$2:\$I\$22;0)
8	7		37	47					=C2	=РАНГ.СР(I8:\$I\$2:\$I\$22;0)
9	8		41						=C3	=РАНГ.СР(I9:\$I\$2:\$I\$22;0)
10									=C4	=РАНГ.СР(I10:\$I\$2:\$I\$22;0)
11									=C5	=РАНГ.СР(I11:\$I\$2:\$I\$22;0)
12									=C6	=РАНГ.СР(I12:\$I\$2:\$I\$22;0)
13									=C7	=РАНГ.СР(I13:\$I\$2:\$I\$22;0)
14									=C8	=РАНГ.СР(I14:\$I\$2:\$I\$22;0)
15									=C9	=РАНГ.СР(I15:\$I\$2:\$I\$22;0)
16									=D2	=РАНГ.СР(I16:\$I\$2:\$I\$22;0)
17									=D3	=РАНГ.СР(I17:\$I\$2:\$I\$22;0)
18									=D4	=РАНГ.СР(I18:\$I\$2:\$I\$22;0)
19									=D5	=РАНГ.СР(I19:\$I\$2:\$I\$22;0)
20									=D6	=РАНГ.СР(I20:\$I\$2:\$I\$22;0)
21									=D7	=РАНГ.СР(I21:\$I\$2:\$I\$22;0)
22									=D8	=РАНГ.СР(I22:\$I\$2:\$I\$22;0)
23										

Рис. 9. Ранжування об'єданого ряду

- Розділимо ранги об'єднаної вибірки на три, скориставшись формулами (рис. 10).
- Для кожного ряду знайдемо кількість елементів в ньому та суми рангів. Для цього скористаємося функціями СЧЁТ та СУММ. Для ряду Курс 1 кількість обчислює формула (у комірці E10) =СЧЁТ(E2:E9), а суму (у комірці E11) – =СУММ(E2:E9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	№	Курс 1	Курс 2	Курс 3	Ранг Курс 1	Ранг Курс 2	Ранг Курс 3	Об'єднаний ряд	Ранги	
1										
2	1	61	43	44	1	11,5	10	61	1	
3	2	46	49	51	8,5	5	4	46	8,5	
4	3	55	46	28	3	8,5	20	55	3	
5	4	47	31	43	6,5	19	11,5	47	6,5	
6	5	36	42	38	17	13	15	36	17	
7	6	26	59	35	21	2	18	26	21	
8	7		37	47		16	6,5	43	11,5	
9	8		41			14		49	5	
10		n ₁			6	8	7	46	8,5	
11		T ₁			57	89	85	31	19	
12								42	13	
13								59	2	
14								37	16	
15								41	14	
16								44	10	
17								51	4	
18								28	20	
19								43	11,5	
20								38	15	
21								35	18	
22								47	6,5	
23										

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	№	Курс 1	Курс 2	Курс 3	Ранг Курс 1	Ранг Курс 2	Ранг Курс 3	Об'єднаний ряд	Ранги	
1										
2	1	61	43	44	=J2	=J8	=J16	=B2	=РАНГ.СР(I2:\$I\$2:\$I\$22;0)	
3	2	46	49	51	=J3	=J9	=J17	=B3	=РАНГ.СР(I3:\$I\$2:\$I\$22;0)	
4	3	55	46	28	=J4	=J10	=J18	=B4	=РАНГ.СР(I4:\$I\$2:\$I\$22;0)	
5	4	47	31	43	=J5	=J11	=J19	=B5	=РАНГ.СР(I5:\$I\$2:\$I\$22;0)	
6	5	36	42	38	=J6	=J12	=J20	=B6	=РАНГ.СР(I6:\$I\$2:\$I\$22;0)	
7	6	26	59	35	=J7	=J13	=J21	=B7	=РАНГ.СР(I7:\$I\$2:\$I\$22;0)	
8	7		37	47		=J14	=J22	=C2	=РАНГ.СР(I8:\$I\$2:\$I\$22;0)	
9	8		41			=J15		=C3	=РАНГ.СР(I9:\$I\$2:\$I\$22;0)	
10		n ₁			=СЧЁТ(E2:E9)	=СЧЁТ(F2:F9)	=СЧЁТ(G2:G9)	=C4	=РАНГ.СР(I10:\$I\$2:\$I\$22;0)	
11		T ₁			=СУММ(E2:E9)	=СУММ(F2:F9)	=СУММ(G2:G9)	=C5	=РАНГ.СР(I11:\$I\$2:\$I\$22;0)	
12								=C6	=РАНГ.СР(I12:\$I\$2:\$I\$22;0)	
13								=C7	=РАНГ.СР(I13:\$I\$2:\$I\$22;0)	
14								=C8	=РАНГ.СР(I14:\$I\$2:\$I\$22;0)	
15								=C9	=РАНГ.СР(I15:\$I\$2:\$I\$22;0)	
16								=D2	=РАНГ.СР(I16:\$I\$2:\$I\$22;0)	
17								=D3	=РАНГ.СР(I17:\$I\$2:\$I\$22;0)	
18								=D4	=РАНГ.СР(I18:\$I\$2:\$I\$22;0)	
19								=D5	=РАНГ.СР(I19:\$I\$2:\$I\$22;0)	
20								=D6	=РАНГ.СР(I20:\$I\$2:\$I\$22;0)	
21								=D7	=РАНГ.СР(I21:\$I\$2:\$I\$22;0)	
22								=D8	=РАНГ.СР(I22:\$I\$2:\$I\$22;0)	
23										

Рис. 10. Розбиття рангів на вибірки та підготовче обчислення

5. Обчислимо відносні квадрати рангів $\frac{T_j^2}{n_j}$, чому відповідає формула в комірці E12:

=E11^2/E10.

6. Далі обчислюється обсяг об'єднаної вибірки (N) та сума відносних квадратів рангів (T).

7. Для обчислення емпіричного значення критерію за формулою (2) побудовано формулу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	№	Курс 1	Курс 2	Курс 3	Ранг Курс 1	Ранг Курс 2	Ранг Курс 3		Об'єднаний ряд	Ранги
1										
2	1	61	43	44	1	11,5	10		61	1
3	2	46	49	51	8,5	5	4		46	8,5
4	3	55	46	28	3	8,5	20		55	3
5	4	47	31	43	6,5	19	11,5		47	6,5
6	5	36	42	38	17	13	15		36	17
7	6	26	59	35	21	2	18		26	21
8	7		37	47		16	6,5		43	11,5
9	8		41			14			49	5
10				n _j =	6	8	7		46	8,5
11				T _j =	57	89	85		31	19
12				T _j ² /n _j =	541,5	990,13	1032,1		42	13
13				N=	21				59	2
14				T=	2563,8				37	16
15				H _{емп} =	0,5914				41	14
16									44	10
17									51	4
18									28	20
19									43	11,5
20									38	15
21									35	18
22									47	6,5
23										

Рис. 11. Обчислення емпіричного значення критерія Крускала-Волліса

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	№	Курс 1	Курс 2	Курс 3	Ранг Курс 1	Ранг Курс 2	Ранг Курс 3		Об'єднаний ряд	Ранги
1										
2	1	61	43	44	=J2	=J8	=J16		=B2	=РАНГ.СР(I2:\$I\$22;0)
3	2	46	49	51	=I3	=J9	=J17		=B3	=РАНГ.СР(I3:\$I\$22;0)
4	3	55	46	28	=J4	=J10	=J18		=B4	=РАНГ.СР(I4:\$I\$22;0)
5	4	47	31	43	=J5	=J11	=J19		=B5	=РАНГ.СР(I5:\$I\$22;0)
6	5	36	42	38	=J6	=J12	=J20		=B6	=РАНГ.СР(I6:\$I\$22;0)
7	6	26	59	35	=J7	=J13	=J21		=B7	=РАНГ.СР(I7:\$I\$22;0)
8	7		37	47		=J14	=J22		=C2	=РАНГ.СР(I8:\$I\$22;0)
9	8		41			=J15			=C3	=РАНГ.СР(I9:\$I\$22;0)
10				n _j =	=СЧЁТ(E2:E9)	=СЧЁТ(F2:F9)	=СЧЁТ(G2:G9)		=C4	=РАНГ.СР(I10:\$I\$22;0)
11				T _j =	=СУММ(E2:E9)	=СУММ(F2:F9)	=СУММ(G2:G9)		=C5	=РАНГ.СР(I11:\$I\$22;0)
12				T _j ² /n _j =	=E11^2/E10	=F11^2/F10	=G11^2/G10		=C6	=РАНГ.СР(I12:\$I\$22;0)
13				N=	=СУММ(E10:G10)				=C7	=РАНГ.СР(I13:\$I\$22;0)
14				T=	=СУММ(E12:G12)				=C8	=РАНГ.СР(I14:\$I\$22;0)
15				H _{емп} =	=12/(E13*(E13+1))*E14-3*(E13+1)				=C9	=РАНГ.СР(I15:\$I\$22;0)
16									=D2	=РАНГ.СР(I16:\$I\$22;0)
17									=D3	=РАНГ.СР(I17:\$I\$22;0)
18									=D4	=РАНГ.СР(I18:\$I\$22;0)
19									=D5	=РАНГ.СР(I19:\$I\$22;0)
20									=D6	=РАНГ.СР(I20:\$I\$22;0)
21									=D7	=РАНГ.СР(I21:\$I\$22;0)
22									=D8	=РАНГ.СР(I22:\$I\$22;0)
23										

Рис. 12. Формули обчислення емпіричного значення критерія Крускала-Волліса

Оскільки кількість респондентів в групах більша за 5, необхідно зіставляти отримане емпіричне значення $H_{\text{емп}}$ з критичними значеннями χ^2 .

Знайдемо кількість ступенів свободи df для $c=3$: $df=c-1=3-1=2$.

Визначимо критичні значення за таблицею додатку В для $df=2$:

$$\chi_{\text{кр}}^2 = \begin{cases} 5,991, \text{ для } \alpha \leq 0,05 \\ 9,210, \text{ для } \alpha \leq 0,01 \end{cases}$$

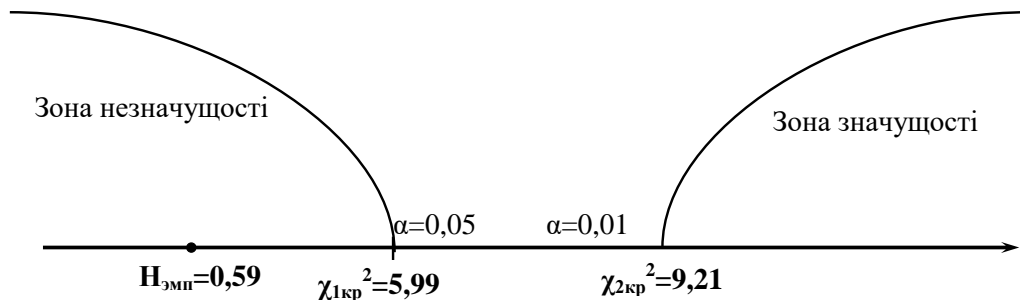


Рис. 13. Вісь значущості для критерія Крускала-Волліса

$H_{\text{емп}}$ знаходиться в зоні незначущості, тому приймається гіпотеза H_0 .

Висновок: жодна з груп не перевершує інші за рівнем інтегральної самооцінки особистості.

Критерій тенденцій Джонкіра

За даними попереднього прикладу зіставити вибірки за рівнем інтегральної самооцінки особистості.

1. Оскільки вибірки різні за обсягами, ми зменшили їх до 6 елементів, відкинувши останні 2 у вибірці Курс 2 та 1 останній у вибірці Курс 3. Таким чином отримані дані:

№	Курс 1	Курс 2	Курс 3
1	61	43	44
2	46	49	51
3	55	46	28
4	47	31	43
5	36	42	38
6	26	59	35

2. Знайдено суми значень по стовпцям з метою визначення тенденції зміни показника інтегральної самооцінки особистості. Як видно з рис. 14 спостерігається тенденція до зменшення цього показника під час переходу від вибірки до вибірки.

	A	B	C	D
1	№	Курс 1	Курс 2	Курс 3
2	1	61	43	44
3	2	46	49	51
4	3	55	46	28
5	4	47	31	43
6	5	36	42	38
7	6	26	59	35
8	Σ	271	270	239

Рис. 14. Обчислені суми значень вибірок

3. Перерозподілимо ці вибірки у порядку зростання сум (рис. 15).

	A	B	C	D
1	№	Курс 3	Курс 2	Курс 1
2	1	44	43	61
3	2	51	49	46
4	3	28	46	55
5	4	43	31	47
6	5	38	42	36
7	6	35	59	26
8	Σ	239	270	271

Рис. 15. Групи, перерозподілені у порядку зростання сум

4. Сформулюємо гіпотези:

H₀: Тенденція збільшення значень показника інтегральної самооцінки особистості під час переходу від групи студентів із низькими показниками до групи із вищими показниками є випадковою.

H₁: Тенденція збільшення значень показника інтегральної самооцінки особистості під час переходу від групи студентів із низькими показниками до групи із вищими показниками не випадкова.

5. Для кожного індивідуального значення лівого стовпця порахуємо кількість значень, які більше за нього і введемо ці частоти в стовпець **S₁**. Аналогічно визначимо значення для стовпця **S₂**, порівнюючи елементи другого ряду з елементами 3-го. Для цього краще скористатися статистичною функцією

СЧЁТЕСЛИ). Ідея застосування цієї функції: для значення **a** Ряду 1 в діапазоні Ряд 2 і Ряд 3 обчислюють кількість значень більших значення **a**; для значення **b** Ряду 2 в діапазоні Ряд 3 обчислюють кількість значень більших значення **b**. Ці обчислення схематично представлені на рис. 16.

6. Знаходять суми по стовпчикам S_1 та S_2 .

	A	B	C	D	E	F		A	B	C	D	E	F
1	№	Курс 3	Курс 2	Курс 1	S_1	S_2	1	№	Курс 3	Курс 2	Курс 1	S_1	S_2
2	1	44	43	61	7	4	2	1	44	43	61	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">44")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">43")
3	2	51	49	46	3	2	3	2	51	49	46	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">51")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">49")
4	3	28	46	55	11	3	4	3	28	46	55	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">28")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">46")
5	4	43	31	47	7	5	5	4	43	31	47	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">43")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">31")
6	5	38	42	36	9	4	6	5	38	42	36	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">38")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">42")
7	6	35	59	26	10	1	7	6	35	59	26	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">35")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">59")
8	Σ	239	270	271	47	19	8	Σ	=СУММ(B2:B7)	=СУММ(C2:C7)	=СУММ(D2:D7)	=СУММ(E2:E7)	=СУММ(F2:F7)

Рис. 16. Визначення значень S_1 та S_2

7. Обчислюється значення суми $\sum_{j=1}^{c-1} S_j$ з допомогою функції СУММ (рис. 17).

8. Обчислити значення B по формулі (3) (рис. 17).

9. Обчислимо емпіричне значення критерію за формулою (4). Отже, емпіричне значення критерія тенденцій Джонкіра дорівнює 24.

	A	B	C	D	E	F
1	№	Курс 3	Курс 2	Курс 1	S_1	S_2
2	1	44	43	61	7	4
3	2	51	49	46	3	2
4	3	28	46	55	11	3
5	4	43	31	47	7	5
6	5	38	42	36	9	4
7	6	35	59	26	10	1
8	Σ	239	270	271	47	19
9	n=	6				
10	c=	3				
11	ΣS_i =	66				
12	B=	108				
13	$S_{\text{емп}}$ =	24				

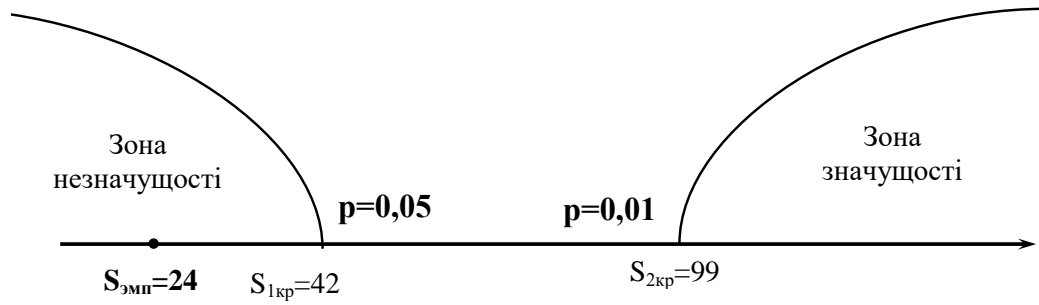
Рис. 17. Результати обчислення критерія тенденцій Джонкіра

	A	B	C	D	E	F
1	№	Курс 3	Курс 2	Курс 1	S_1	S_2
2	1	44	43	61	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">44")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">43")
3	2	51	49	46	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">51")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">49")
4	3	28	46	55	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">28")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">46")
5	4	43	31	47	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">43")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">31")
6	5	38	42	36	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">38")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">42")
7	6	35	59	26	=СЧЁТЕСЛИ(\$C\$2:\$D\$7;">35")	=СЧЁТЕСЛИ(\$D\$2:\$D\$7;">59")
8	Σ	=СУММ(B2:B7)	=СУММ(C2:C7)	=СУММ(D2:D7)	=СУММ(E2:E7)	=СУММ(F2:F7)
9	n=	6				
10	c=	3				
11	ΣS_i =	=СУММ(E8:F8)				
12	B=	=(B10*(B10-1))/2*B9^2				
13	$S_{\text{емп}}$ =	=2*B11-B12				

Рис. 18. Формули для обчислення критерія тенденцій Джонкіра

10. Знайдемо критичні значення за таблицею Додатку Д для $c = 3$ та $n = 6$:

$$S_{кр} = \begin{cases} 42, & \alpha \leq 0,05 \\ 99, & \alpha \leq 0,01 \end{cases}$$



$S_{эмп}$ знаходиться в зоні незначущості, тому приймається гіпотеза H_0 .

Висновок: жодна з груп не перевершує інші за рівнем інтегральної самооцінки особистості.