



Методичні рекомендації

- I. П'ять експертів оцінили розроблений цифровий / мультимедійний засіб навчання. Результати наведені у таблиці:

	E1	E2	E3	E4	E5
Критерій 1	5	5	4	5	4
Критерій 2	4	4	5	2	3
Критерій 3	3	4	4	3	3
Критерій 4	2	2	3	1	2
Критерій 5	4	3	4	3	4
Критерій 6	3	2	1	2	1

1. За результатами обчислення середніх оцінок виявлено, що за критерієм 1 засіб навчання отримав найбільшу оцінку, а за критерієм 6 – найменшу.

	A	B	C	D	E	F	G
1		E1	E2	E3	E4	E5	Середня оцінка
2	Критерій 1	5	5	4	5	4	4,6
3	Критерій 2	4	4	5	2	3	3,6
4	Критерій 3	3	4	4	3	3	3,4
5	Критерій 4	2	2	3	1	2	2
6	Критерій 5	4	3	4	3	4	3,6
7	Критерій 6	3	2	1	2	1	1,8

2. Для обчислення коефіцієнту конкордації Кендала спочатку було проведено ранжування оцінок за допомогою статистичної функції РАНГ.СР.

		E1	E2	E3	E4	E5
10						
11	Критерій 1	1	1	3	1	1,5
12	Критерій 2	2,5	2,5	1	4,5	3,5
13	Критерій 3	4,5	2,5	3	2,5	3,5
14	Критерій 4	6	5,5	5	6	5
15	Критерій 5	2,5	4	3	2,5	1,5
16	Критерій 6	4,5	5,5	6	4,5	6

	A	B	C	D	E	F	G
1		E1	E2	E3	E4	E5	Середня оцінка
2	Критерій 1	5	5	4	5	4	=СРЗНАЧ(B2:F2)
3	Критерій 2	4	4	5	2	3	=СРЗНАЧ(B3:F3)
4	Критерій 3	3	4	4	3	3	=СРЗНАЧ(B4:F4)
5	Критерій 4	2	2	3	1	2	=СРЗНАЧ(B5:F5)
6	Критерій 5	4	3	4	3	4	=СРЗНАЧ(B6:F6)
7	Критерій 6	3	2	1	2	1	=СРЗНАЧ(B7:F7)
8							
9							
10		E1	E2	E3	E4	E5	
11	Критерій 1	=РАНГ.СР(B2:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C2:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D2:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E2:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F2:FS2:FS7)	
12	Критерій 2	=РАНГ.СР(B3:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C3:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D3:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E3:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F3:FS2:FS7)	
13	Критерій 3	=РАНГ.СР(B4:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C4:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D4:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E4:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F4:FS2:FS7)	
14	Критерій 4	=РАНГ.СР(B5:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C5:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D5:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E5:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F5:FS2:FS7)	
15	Критерій 5	=РАНГ.СР(B6:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C6:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D6:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E6:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F6:FS2:FS7)	
16	Критерій 6	=РАНГ.СР(B7:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C7:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D7:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E7:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F7:FS2:FS7)	

Отриману таблицю рангів було транспоновано за допомогою функції ТРАНСП:

	A	B	C	D	E	F	G	H
10		E1	E2	E3	E4	E5		
11	Критерій 1	1	1	3	1	1,5		
12	Критерій 2	2,5	2,5	1	4,5	3,5		
13	Критерій 3	4,5	2,5	3	2,5	3,5		
14	Критерій 4	6	5,5	5	6	5		
15	Критерій 5	2,5	4	3	2,5	1,5		
16	Критерій 6	4,5	5,5	6	4,5	6		
17								
18								
19		1	2,5	4,5	6	2,5	4,5	
20		1	2,5	2,5	5,5	4	5,5	
21		3	1	3	5	3	6	
22		1	4,5	2,5	6	2,5	4,5	
23		1,5	3,5	3,5	5	1,5	6	

	A	B	C	D	E	F	G
10		E1	E2	E3	E4	E5	
11	Критерій 1	=РАНГ.СР(B2:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C2:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D2:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E2:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F2:FS2:FS7)	
12	Критерій 2	=РАНГ.СР(B3:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C3:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D3:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E3:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F3:FS2:FS7)	
13	Критерій 3	=РАНГ.СР(B4:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C4:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D4:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E4:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F4:FS2:FS7)	
14	Критерій 4	=РАНГ.СР(B5:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C5:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D5:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E5:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F5:FS2:FS7)	
15	Критерій 5	=РАНГ.СР(B6:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C6:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D6:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E6:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F6:FS2:FS7)	
16	Критерій 6	=РАНГ.СР(B7:BS2:BS7)	=РАНГ.СР(C7:CS2:CS7)	=РАНГ.СР(D7:DS2:DS7)	=РАНГ.СР(E7:ES2:ES7)	=РАНГ.СР(F7:FS2:FS7)	
17							
18							
19		=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)
20		=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)
21		=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)
22		=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)
23		=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)	=ТРАНСП(B11:F16)

На основі отриманої транспонованої матриці обчислюється коефіцієнт кореляції Кендалла. Формула обчислення коефіцієнту конкордації Кендалла:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)}$$

де m – кількість експертів;

n – кількість показників, що оцінювалися;

S – сума квадратів різниць оцінок, що обчислюється за формулою:

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m r_{ij} - \frac{1}{2} \cdot m \cdot (n+1) \right)^2 \quad (r_{ij} - \text{елемент матриці рангів оцінок, що знаходиться в } i\text{-му рядку та } j\text{-му стовпці}).$$

Якщо $W < 0,2$ – $0,4$ – узгодженість експертів слабка, якщо $0,4 \leq W \leq 0,6$ – узгодженість середня, якщо $W > 0,6$ – узгодженість експертів сильна.

Достовірність отриманого коефіцієнта конкордації перевіряється за допомогою χ^2 -критерія. Емпіричне значення критерія χ^2 , обчислюється за формулою: $\chi^2 = m \cdot (n-1) \cdot W$.

Побудуємо матриці В і С: $B = A \cdot A^T$; $C = A^T \cdot A$. Для їх обчислення застосовуються математична функція МУМНОЖ та функція ТРАНСП (категорія **Ссылки и массивы**).

Далі обчислюємо коефіцієнти компетентності експертів (x_B) та коефіцієнти значущості критеріїв (x_C):

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \rightarrow \vec{y}_B = \begin{bmatrix} \sqrt[n]{b_{11} \cdot b_{12} \cdot \dots \cdot b_{1n}} \\ \dots \\ \sqrt[n]{b_{n1} \cdot b_{n2} \cdot \dots \cdot b_{nn}} \end{bmatrix} \rightarrow x_B = \begin{bmatrix} \frac{y_1}{\sum_{i=1}^n y_i} \\ \dots \\ \frac{y_n}{\sum_{i=1}^n y_i} \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & \dots & c_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & \dots & c_{mm} \end{bmatrix} \rightarrow \vec{y}_C = \begin{bmatrix} \sqrt[m]{c_{11} \cdot c_{12} \cdot \dots \cdot c_{1m}} \\ \dots \\ \sqrt[m]{c_{m1} \cdot c_{m2} \cdot \dots \cdot c_{mm}} \end{bmatrix} \rightarrow x_C = \begin{bmatrix} \frac{y_1}{\sum_{j=1}^m y_j} \\ \dots \\ \frac{y_m}{\sum_{j=1}^m y_j} \end{bmatrix}$$

Результати обчислення:

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1															
2			5	5	4	5	4								
3			4	4	5	2	3								
4			3	4	4	3	3								
5			2	2	3	1	2								
6			4	3	4	3	4								
7			3	2	1	2	1								
8															
9			107	82	78	45	82	43			69,1				
10			82	70	63	39	66	32			55,7				0,24
11			78	63	59	35	61	30			51,5				0,19
12			45	39	35	22	37	17			30,8				0,18
13			82	66	61	37	66	32			54,4				0,19
14			43	32	30	17	32	19			27,4				0,10
15															1,00
16															
17			79	75	77	62	64				71,0				0,22
18			75	74	76	60	62				69,0				0,21
19			77	76	83	59	66				71,7				0,22
20			62	60	59	52	51				56,6				0,17
21			64	62	66	51	55				59,3				0,18
22															1,0
23															

	K	L	M	N	O	P	Q
1							
2		=B2	=C2	=D2	=E2	=F2	
3		=B3	=C3	=D3	=E3	=F3	
4		=B4	=C4	=D4	=E4	=F4	
5		=B5	=C5	=D5	=E5	=F5	
6		=B6	=C6	=D6	=E6	=F6	
7		=B7	=C7	=D7	=E7	=F7	
8							
9		=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))
10		=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))
11		=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))
12		=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))
13		=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))
14		=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))	=МУМНОЖ(Л2:Р7;ТРАНСП(Л2:Р7))
15							
16							
17		=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)
18		=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)
19		=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)
20		=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)
21		=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)	=МУМНОЖ(ТРАНСП(Л2:Р7);Л2:Р7)
22							

	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																				0,22	0,21	0,22	0,17	0,18	
2			E1	E2	E3	E4	E5	Середня оцінка												E1	E2	E3	E4	E5	
3	Критерій 1	5	5	4	5	4	4,6					5	5	4	5	4				Критерій 1	5	5	4	5	4
4	Критерій 2	4	5	4	5	2	3,6					4	4	5	2	3				Критерій 2	4	4	5	2	3
5	Критерій 3	3	4	4	3	3	3,4					3	4	4	3	3				Критерій 3	3	4	4	3	3
6	Критерій 4	2	2	3	1	2	2					2	2	3	1	2				Критерій 4	2	2	3	1	2
7	Критерій 5	4	3	4	3	4	3,6					4	3	4	3	4				Критерій 5	4	3	4	3	4
8	Критерій 6	3	2	1	2	1	1,8					3	2	1	2	1				Критерій 6	3	2	1	2	1
9																									
10												107	82	78	45	82	43				69,1				0,24
11			E1	E2	E3	E4	E5					82	70	63	39	66	32				55,7				0,19
12	Критерій 1	1	1	3	1	1,5						78	63	59	35	61	30				51,5				0,18
13	Критерій 2	2,5	2,5	1	4,5	3,5						45	39	35	22	37	17				30,8				0,11
14	Критерій 3	4,5	2,5	3	2,5	3,5						82	66	61	37	66	32				54,4				0,19
15	Критерій 4	6	5,5	5	6	5						43	32	30	17	32	19				27,4				0,10
16	Критерій 5	2,5	4	3	2,5	1,5																			1,00
17	Критерій 6	4,5	5,5	6	4,5	6																			0,22
18												79	75	77	62	64					71,0				0,21
19												75	74	76	60	62					69,0				0,22
20			1	2,5	4,5	6	2,5	4,5				77	76	83	59	66					71,7				0,17
21			1	2,5	2,5	5,5	4	5,5				62	60	59	52	51					56,6				0,18
22			3	1	3	5	3	6				64	62	66	51	55					59,3				1,0

R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
		0,22	0,21	0,22	0,17	0,18		
		E1	E2	E3	E4	E5		
	Критерій 1	5	5	4	5	4	4,6	
	Критерій 2	4	4	5	2	3	3,7	
	Критерій 3	3	4	4	3	3	3,4	
	Критерій 4	2	2	3	1	2	2,0	
	Критерій 5	4	3	4	3	4	3,6	
	Критерій 6	3	2	1	2	1	1,8	
							3,5	
	y _B =	69,1			x _B =	0,24		
		55,7				0,19		
		51,5				0,18		
		30,8				0,11		
		54,4				0,19		
		27,4				0,10		
						1,00		
	y _C =	71,0			x _C =	0,22		
		69,0				0,21		
		71,7				0,22		
		56,6				0,17		
		59,3				0,18		
						1,0		

	S	T	U	V	W	X	Y
1		=ТРАНСП(	=ТРАНСП(X17:X21)	=ТРАНСП(X17:X21)	=ТРАНСП(X17:X21)	=ТРАНСП(X	
2		E1	E2	E3	E4	E5	
3	Критерій 1	5	5	4	5	4	=СУММПРОИЗВ(\$T\$1:\$X\$1;T3:X3)
4	Критерій 2	4	4	5	2	3	=СУММПРОИЗВ(\$T\$1:\$X\$1;T4:X4)
5	Критерій 3	3	4	4	3	3	=СУММПРОИЗВ(\$T\$1:\$X\$1;T5:X5)
6	Критерій 4	2	2	3	1	2	=СУММПРОИЗВ(\$T\$1:\$X\$1;T6:X6)
7	Критерій 5	4	3	4	3	4	=СУММПРОИЗВ(\$T\$1:\$X\$1;T7:X7)
8	Критерій 6	3	2	1	2	1	=СУММПРОИЗВ(\$T\$1:\$X\$1;T8:X8)
9							=СУММПРОИЗВ(Y3:Y8;X10:X15)
10		=СТЕПЕН				=T10/СУМ	
11		=СТЕПЕН				=T11/СУМ	
12	y _B =	=СТЕПЕН			x _B =	=T12/СУМ	
13		=СТЕПЕН				=T13/СУМ	
14		=СТЕПЕН				=T14/СУМ	
15		=СТЕПЕН				=T15/СУМ	
16						=СУММ(X1	
17		=СТЕПЕН				=T17/СУМ	
18	y _C =	=СТЕПЕН			x _C =	=T18/СУМ	
19		=СТЕПЕН				=T19/СУМ	
20		=СТЕПЕН				=T20/СУМ	
21		=СТЕПЕН				=T21/СУМ	
22						=СУММ(X1	
23							

Порівняння середніх значень за критеріями та отриманих оцінок за критеріями свідчить що вони майже однакові.

- II. Для обчислення ефективності застосування цифрового / мультимедійного засобу навчання на основі оцінок, отриманих після діагностування учнів експериментальної групи, було обчислено середній бал (функція СРЗНАЧ). Формули для обчислення показників ефективності:

$$E_{ITH} = \frac{P_n}{P_c},$$

де E_{ITH} – ефективність застосування ІТН,

P_n – результати, досягнуті в результаті навчання (середня оцінка),

P_c – результати, що відповідають цілям навчання (12 балів).

$$K_e = \frac{K_{ITH}}{K_{TTH}},$$

де K_e – коефіцієнт ефективності,

K_{ITH} – середня оцінка групи, яка навчалася з використанням ІТН,

K_{TTH} – середня оцінка групи, яка традиційною технологією навчання.

Розрахунки наведено на рисунках:

Оскільки K_e більший 1, то це свідчить про ефективність впровадженого засобу навчання.

	A	B	C	D	E	F
1	№	ЕГ	КГ			
17	16	9	11			
18	17	7	10			
19	18	9	6			
20	19	10	8			
21	20	11	11			
22	21	12	7			
23	22	9	10			
24	23	9	6			
25	24	12	10			
26	25	8	8			
27	26	8	11			
28	27	11	8			
29	28	9	9			
30	29	10	8			
31	30	7	9		Е _{ИТН}	0,8
32	31	10			Ке	1,1
33		9,5	8,7			
34						

	A	B	C	D	E	F
1	№	ЕГ	КГ			
17	16	9	11			
18	17	7	10			
19	18	9	6			
20	19	10	8			
21	20	11	11			
22	21	12	7			
23	22	9	10			
24	23	9	6			
25	24	12	10			
26	25	8	8			
27	26	8	11			
28	27	11	8			
29	28	9	9			
30	29	10	8			
31	30	7	9		Е _{ИТН}	=B33/12
32	31	10			Ке	=B33/C33
33		=CP3HA4(B2:B32)	=CP3HA4(C2:C31)			
34						