

Державний університет “Житомирська політехніка”

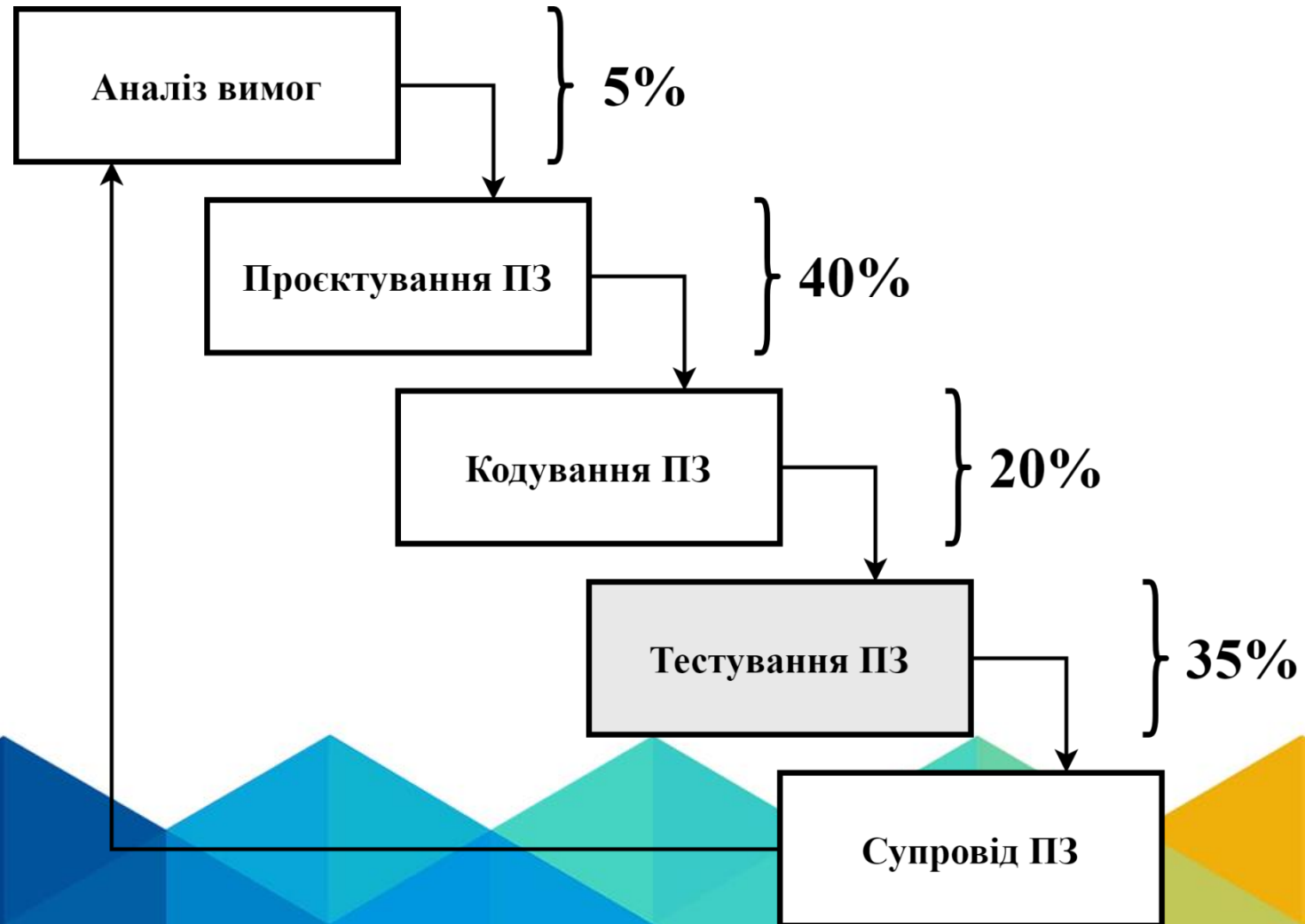
# Нечіткий багатокритеріальний вибір альтернатив: “серединний” випадок

*Спеціальна подяка*

**Шубенку Роману Валентиновичу**, студент гр. АТ-24м

за допомогу у підготовці матеріалів даної лекції

# Складові життєвого циклу ПЗ та їх тривалість ,%



# Мета та завдання дослідження

**Мета:** підвищення ефективності процесу розробки ПЗ на етапі його розробки й тестування за рахунок оцінки важливості критеріїв ПЗ розробленою методикою багатокритеріального вибору альтернатив «серединного» випадку.

## **Завдання дослідження:**

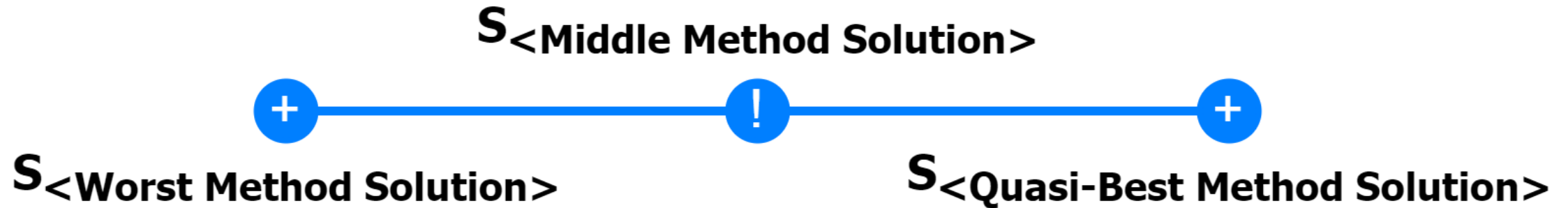
- Оцінити сучасний стан проблеми нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив у галузі ІТ;
- Розробити метод нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив: «серединного» випадку;
- Перевірити його працездатність;
- Провести графоаналітичні дослідження отриманих результатів;
- Визначити напрямки подальших досліджень.

# Дискретна множина локальних критеріїв (ДМЛК)

- **User Interface (Ui)** – Користувацький інтерфейс;
- **User Experience (Ux)** – Досвід користувача;
- **Security (Se)** – Захищеність;
- **Compatibility (Cp)** – Сумісність;
- **Localization (Lo)** – Наявність локалізації;
- **Productivity (Pr)** – Продуктивність;
- **Configurability (Cf)** – Конфігуративність;
- **Stability (Sb)** – Стабільність;
- **Mobility (Mb)** – Мобільність;



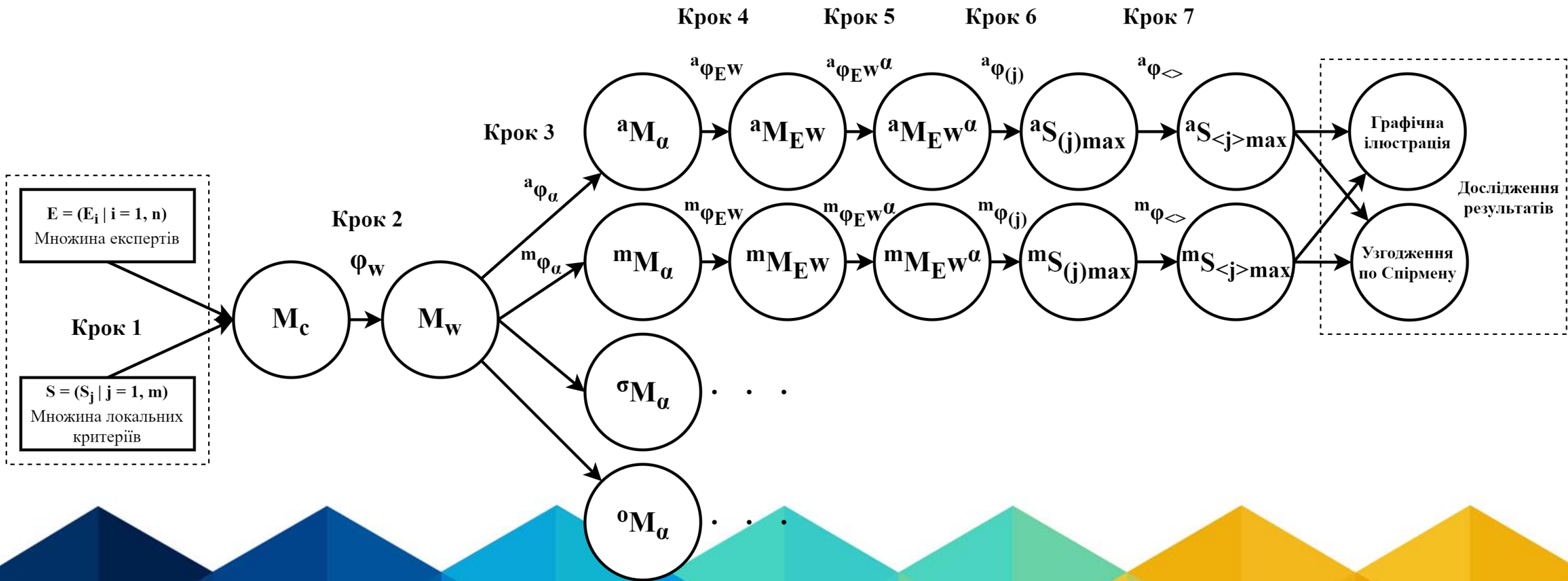
# Місце та особливості розв'язування задач Middle Method Solution (MMS)



- Априорі і апостеріорі рішення задачі не відоме;
- Різна природа дискретних локальних критеріїв;

- Задачі даного змісту розв'язуються за умови проведеного строгого експертного ранжування критеріїв;
- В основу розробленого методу покладено розрахунок співвідношення так званого серединного параметру.

# Семантична модель розробленого методу MMS





# Методологія розробленого методу MMS

**K1:** формування матриці  $\mathbf{M}_c[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$  результатів експертного опитування;

**K2:** розрахунок ваг  ${}_i w_j$  альтернатив через відношення рангів  ${}_i c_j$  усіх альтернатив. Формування матриці  $\mathbf{M}_w[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ :

$${}_i w_j = \frac{{}_i c_j}{\sum_{i=1}^n {}_i r_j} \quad |\forall j = \overline{1, m}.$$

# Методологія розробленого методу MMS

**КЗ:** визначення важливості кожного критерія множини  $S$ , що характеризує його важливість, з урахуванням ваг альтернатив критеріїв (матриця  $M_w[n \times m]$ ).

Медіана визначається за формулою:

- Для парної кількості елементів:

$$\tilde{x} = \frac{(x_k + x_{k+1})}{2}$$

- Для непарної кількості елементів:

$$\tilde{x} = x_{k+1}$$

Середнє арифметичне визначається за формулою:

$$\bar{s}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n s_{ji} \quad | \quad \forall j = \overline{1, m}$$

*Для медіанного методу:*

$${}^m_i \alpha_j = {}_i w_j \left( \frac{{}^m(\sum_{i=1}^n i c_j)}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n i c_j} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n i c_j}{{}^m(\sum_{i=1}^n i c_j)} \right)$$

*Для середньоарифметичного методу:*

$${}^a_i \alpha_j = {}_i w_j \left( \frac{{}^a(\sum_{i=1}^n i c_j)}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n i c_j} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n i c_j}{{}^a(\sum_{i=1}^n i c_j)} \right)$$



# Методологія розробленого методу MMS

**K4:** визначення важливості суджень експертів.

Формування матриці  $\mathbf{M}_{E^w}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ :

*Для медіанного методу:*

$${}^m_i E^w_j = \frac{i c_j}{m(\sum_{i=1}^n i c_j)} \cdot \frac{m(\sum_{i=1}^n i c_j)}{n}$$

*Для середньоарифметичного методу:*

$${}^a_i E^w_j = \frac{i c_j}{a(\sum_{i=1}^n i c_j)} \cdot \frac{a(\sum_{i=1}^n i c_j)}{n}$$

# Методологія розробленого методу MMS

**K5:** визначення важливості альтернатив через визначення ваг альтернатив відносно кожного критерія. Формування матриці  $\mathbf{M}_{EW^\alpha} [\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ :

*Для медіанного методу:*

$${}^m_i E W^\alpha_j = {}^m_i E W_j^{(m \ i w_j)}$$

*Для середньоарифметичного методу:*

$${}^a_i E W^\alpha_j = {}^a_i E W_j^{(a \ i w_j)}$$

# Методологія розробленого методу MMS

**K6:** отримання нечітких множин-рішень матриці  $\mathbf{M}_{Ew^\alpha} [\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$  для кожного  $S_j$ -го критерія ( $\mathbf{S}_{(j)} | j = \overline{1, m}$ ). Для отримання множин-рішень використовуються максимальні значення для кожного  $S_j$ -го критерія.

**K7:** упорядкування елементів множини ( $\mathbf{S}_{(j)} | j = \overline{1, m}$ )  $\rightarrow$   $\langle \mathbf{S}_{(j)} | j = \overline{1, m} \rangle$  (сортування елементів від найбільшого до найменшого).

# Працездатність (інваріантність) розробленого методу (ІТ галузь)

Множина експертів $E = (E_i   i = \overline{1, n})$	Множина локальних критеріїв $S = (S_j   j = \overline{1, m})$									$\sum_{j=1}^m S_{ij}$
	Ui	Ux	Se	Cp	Lo	Pr	Cf	Sb	Mb	
E <sub>1</sub>	9	8	3	4	1	7	2	6	5	45
E <sub>2</sub>	7	6	9	8	3	2	1	5	4	45
E <sub>3</sub>	8	9	4	7	5	3	2	6	1	45
E <sub>4</sub>	9	8	2	3	1	7	6	5	4	45
E <sub>5</sub>	4	3	6	1	2	9	8	7	5	45
E <sub>6</sub>	2	5	4	9	1	6	7	8	3	45
E <sub>7</sub>	2	8	9	5	1	7	3	6	4	45
E <sub>8</sub>	8	9	7	3	2	6	4	5	1	45
E <sub>9</sub>	3	4	9	5	1	6	7	8	2	45
E <sub>10</sub>	3	2	4	7	9	8	6	1	5	45
E <sub>11</sub>	5	1	7	4	6	9	3	2	8	45
E <sub>12</sub>	9	7	5	4	8	1	3	2	6	45
E <sub>13</sub>	6	1	7	8	9	2	4	5	3	45
E <sub>14</sub>	3	4	9	2	1	8	5	6	7	45
E <sub>15</sub>	9	6	2	5	8	4	3	1	7	45
E <sub>16</sub>	7	6	9	8	5	3	4	2	1	45
E <sub>17</sub>	7	8	9	6	5	4	3	2	1	45
E <sub>18</sub>	9	8	4	3	1	5	2	6	7	45
$\sum_{i=1}^n S_{ij}$	110	103	109	92	69	97	73	83	74	810

**Матриця  ${}^mM_{Ew^\alpha} [n \times m]$  важливості альтернатив,  
розрахована медіанним методом**

	$S_1=U_i$	$S_2=U_x$	$S_3=Se$	$S_4=Cp$	$S_5=Lo$	$S_6=Pr$	$S_7=Cf$	$S_8=Sb$	$S_9=Mb$
$E_1$	.31257	.28706	.14131	.17396	.06389	.26066	.10543	.23319	.20440
$E_2$	.26442	.23683	.31646	.29090	.14429	.10798	.06579	.20789	.17723
$E_3$	.28680	.31230	.17374	.26040	.20417	.14111	.10525	.23294	.06376
$E_4$	.31257	.28706	.10543	.14131	.06389	.26066	.23319	.20440	.17396
$E_5$	.16694	.13494	.22532	.05988	.09998	.30411	.27874	.25253	.19690
$E_6$	.10741	.20711	.17651	.31560	.06536	.23602	.26359	.29005	.14363
$E_7$	.10543	.28706	.31257	.20440	.06389	.26066	.14131	.23319	.17396
$E_8$	.29005	.31560	.26359	.14363	.10741	.23602	.17651	.20711	.06536
$E_9$	.14363	.17651	.31560	.20711	.06536	.23602	.26359	.29005	.10741
$E_{10}$	.13418	.09933	.16610	.25155	.30309	.27774	.22437	.05940	.19599
$E_{11}$	.21462	.06952	.27165	.18357	.24385	.32393	.15007	.11297	.29828
$E_{12}$	.31875	.26663	.20994	.17916	.29316	.06692	.14605	.10950	.23897
$E_{13}$	.22237	.05841	.24948	.27562	.30093	.09797	.16432	.19409	.13258
$E_{14}$	.14429	.17723	.31646	.10798	.06579	.29090	.20789	.23683	.26442
$E_{15}$	.31803	.23830	.10902	.20930	.29245	.17856	.14550	.06656	.26594
$E_{16}$	.27356	.24570	.32590	.30023	.21640	.15160	.18524	.11430	.07052
$E_{17}$	.26442	.29090	.31646	.23683	.20789	.17723	.14429	.10798	.06579
$E_{18}$	.31803	.29245	.17856	.14550	.06656	.20930	.10902	.23830	.26594

# Результати реалізації кроку K5

**Матриця  ${}^aM_{Ew^\alpha} [n \times m]$  важливості альтернатив,  
розрахованих середньоарифметичним способом**

	$S_1=U_i$	$S_2=U_x$	$S_3=Se$	$S_4=Cp$	$S_5=Lo$	$S_6=Pr$	$S_7=Cf$	$S_8=Sb$	$S_9=Mb$
$E_1$	.31570	.29015	.14370	.17659	.06541	.26368	.10748	.23612	.20720
$E_2$	.26375	.23618	.31577	.29022	.14376	.10752	.06545	.20727	.17665
$E_3$	.29043	.31598	.17683	.26395	.20746	.14392	.10766	.23638	.06555
$E_4$	.31626	.29071	.10785	.14413	.06569	.26422	.23664	.20771	.17707
$E_5$	.17791	.14490	.23758	.06618	.10851	.31726	.29169	.26519	.20861
$E_6$	.10827	.20828	.17760	.31690	.06600	.23724	.26484	.29134	.14463
$E_7$	.10763	.29038	.31593	.20741	.06553	.26391	.14388	.23633	.17679
$E_8$	.28981	.31535	.26335	.14344	.10725	.23579	.17630	.20689	.06524
$E_9$	.14415	.17708	.31628	.20772	.06570	.23666	.26424	.29072	.10786
$E_{10}$	.14557	.10908	.17864	.26602	.31812	.29254	.23839	.06661	.20938
$E_{11}$	.20877	.06627	.26537	.17807	.23775	.31745	.14505	.10863	.29188
$E_{12}$	.31718	.26512	.20853	.17784	.29162	.06614	.14484	.10846	.23750
$E_{13}$	.23800	.06640	.26563	.29214	.31771	.10881	.17829	.20901	.14525
$E_{14}$	.14440	.17735	.31660	.10807	.06586	.29104	.20801	.23696	.26456
$E_{15}$	.31738	.23769	.10859	.20872	.29181	.17801	.14500	.06624	.26531
$E_{16}$	.26389	.23632	.31591	.29037	.20740	.14387	.17678	.10762	.06552
$E_{17}$	.26362	.29009	.31563	.23605	.20715	.17654	.14365	.10744	.06538
$E_{18}$	.31584	.29030	.17672	.14382	.06549	.20734	.10758	.23625	.26383

# Множини-рішення матриць $\mathbf{M}_{Ew^\alpha}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ :

**K6:** отримання нечітких множин-рішень матриці  ${}^m\mathbf{M}_{Ew^\alpha}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ .

$$\langle S_{(j)\max} | j = \overline{1, m} \rangle = \left( \frac{.31875}{]Ui[}; \frac{.31560}{]Ux[}; \frac{.32590}{]Se[}; \frac{.31560}{]Cp[}; \frac{.30309}{]Lo[}; \frac{.32393}{]Pr[}; \frac{.27874}{]Cf[}; \frac{.29005}{]Sb[}; \frac{.29828}{]Mb[} \right).$$

**K7:** Упорядкування нечітких множин-рішень матриці  ${}^m\mathbf{M}_{Ew^\alpha}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$

$$\langle S_{(j)\max} | j = \overline{1, m} \rangle = \left\langle \frac{.32590}{]Se[}; \frac{.32393}{]Pr[}; \frac{.31875}{]Ui[}; \frac{.31560}{]Ux[}; \frac{.31560}{]Cp[}; \frac{.30309}{]Lo[}; \frac{.29828}{]Mb[}; \frac{.29005}{]Sb[}; \frac{.27874}{]Cf[} \right\rangle.$$

**K6:** отримання нечітких множин-рішень матриці  ${}^a\mathbf{M}_{Ew^\alpha}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ .

$$\langle S_{(j)\max} | j = \overline{1, m} \rangle = \left( \frac{.31738}{]Ui[}; \frac{.31598}{]Ux[}; \frac{.31660}{]Se[}; \frac{.31690}{]Cp[}; \frac{.31812}{]Lo[}; \frac{.31745}{]Pr[}; \frac{.29169}{]Cf[}; \frac{.29134}{]Sb[}; \frac{.29188}{]Mb[} \right).$$

**K7:** Упорядкування нечітких множин-рішень матриці  ${}^a\mathbf{M}_{Ew^\alpha}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ .

$$\langle S_{(j)\max} | j = \overline{1, m} \rangle = \left\langle \frac{.31812}{]Lo[}; \frac{.31745}{]Pr[}; \frac{.31738}{]Ui[}; \frac{.31690}{]Cp[}; \frac{.31660}{]Se[}; \frac{.31598}{]Ux[}; \frac{.29188}{]Mb[}; \frac{.29169}{]Cf[}; \frac{.29134}{]Sb[} \right\rangle.$$



# Інваріантність методу – перевірка працездантності MMS при виборі РМСТ

Множина експертів $E = (E_i   i = \overline{1, n})$	Множина локальних критеріїв $S = (S_j   j = \overline{1, m})$												$\sum_{j=1}^m S_{ij}$
	Gm	Kn	Dn	Ct	En	Tr	$\tau(Q)$	RI	Ec	Ac	Fc	Fopt	
$E_1$	11	12	3	10	4	9	8	5	6	7	2	1	78
$E_2$	5	4	2	3	7	6	10	9	11	8	1	12	78
$E_3$	9	10	8	7	5	12	6	4	1	11	3	2	78
$E_4$	5	9	10	12	6	4	7	3	8	1	11	2	78
$E_5$	12	11	4	5	6	7	2	8	3	9	10	1	78
$E_6$	3	8	4	2	12	5	11	7	9	10	6	1	78
$E_7$	9	8	7	10	5	4	2	12	1	11	6	3	78
$E_8$	7	10	6	5	12	11	9	3	2	8	1	4	78
$E_9$	4	5	7	8	9	1	6	12	10	11	2	3	78
$E_{10}$	9	12	3	5	7	11	10	2	6	8	4	1	78
$\sum_{i=1}^n S_{ij}$	74	89	54	67	73	70	71	65	57	84	46	30	780

# Інваріантність методу – перевірка працездантності MMS при виборі РМСТ

- Для медіанного методу:

Упорядковані нечіткі множини-рішення матриці  ${}^m\mathbf{M}_{EW^\alpha}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ .

$$\langle S_{(j)max} | j = \overline{1, m} \rangle =$$

$$\left\langle \frac{.22376}{|S_5|}, \frac{.22370}{|S_{12}|}, \frac{.22342}{|S_4|}, \frac{.21961}{|S_1|}, \frac{.21910}{|S_6|}, \frac{.21910}{|S_8|}, \frac{.21599}{|S_2|}, \frac{.20866}{|S_9|}, \frac{.20838}{|S_{11}|}, \frac{.20417}{|S_{10}|}, \frac{.19567}{|S_7|}, \frac{.19307}{|S_3|} \right\rangle.$$

- Для середньоарифметичного методу:

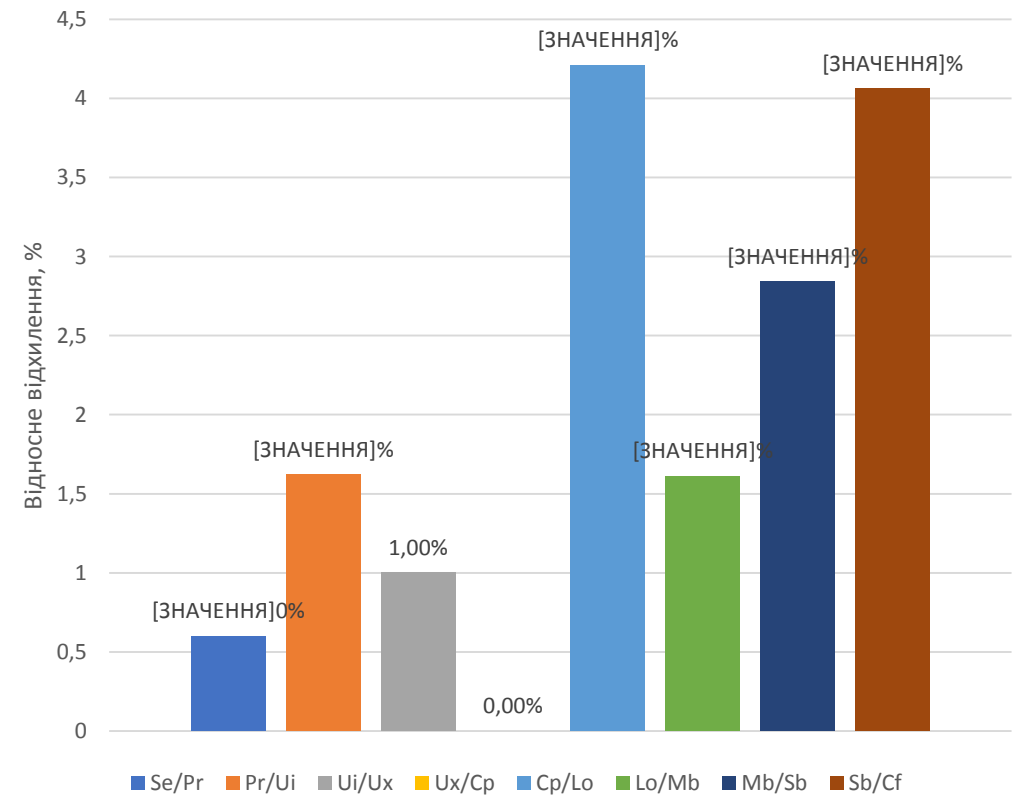
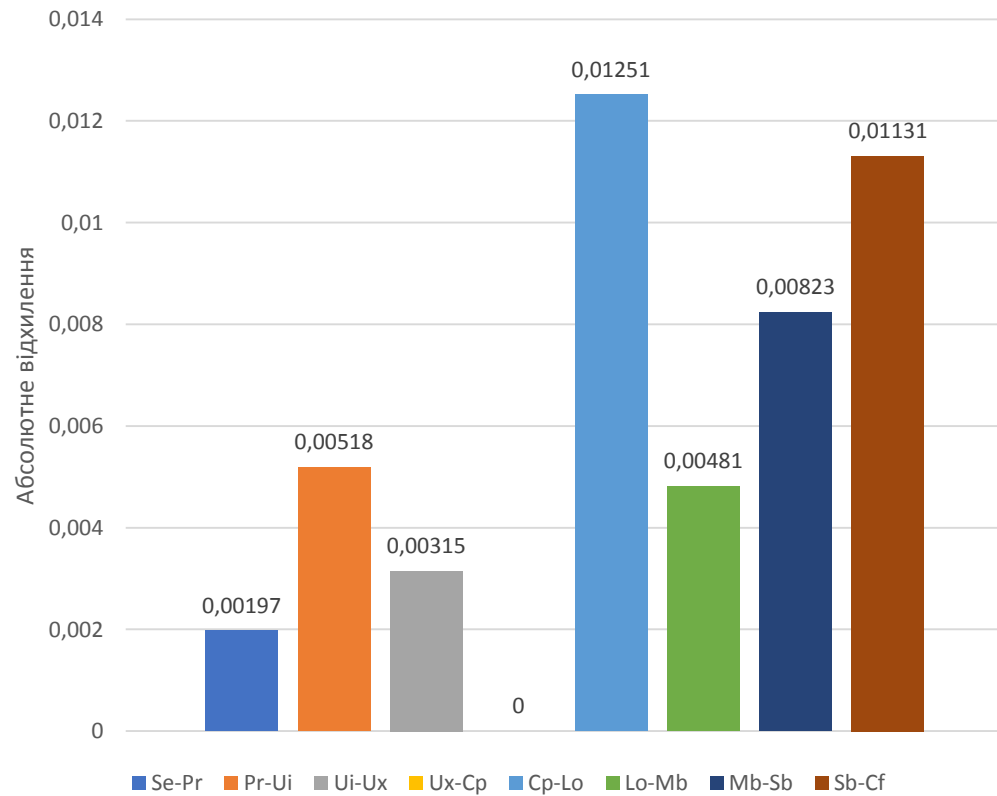
Упорядковані нечіткі множини-рішення матриці  ${}^a\mathbf{M}_{EW^\alpha}[\mathbf{n} \times \mathbf{m}]$ .

$$\langle S_{(j)max} | j = \overline{1, m} \rangle =$$

$$\left\langle \frac{.21844}{|S_4|}, \frac{.21839}{|S_{12}|}, \frac{.21744}{|S_8|}, \frac{.21638}{|S_5|}, \frac{.21630}{|S_1|}, \frac{.21613}{|S_6|}, \frac{.21562}{|S_2|}, \frac{.20353}{|S_{11}|}, \frac{.20347}{|S_9|}, \frac{.20255}{|S_{10}|}, \frac{.20152}{|S_7|}, \frac{.18836}{|S_3|} \right\rangle.$$

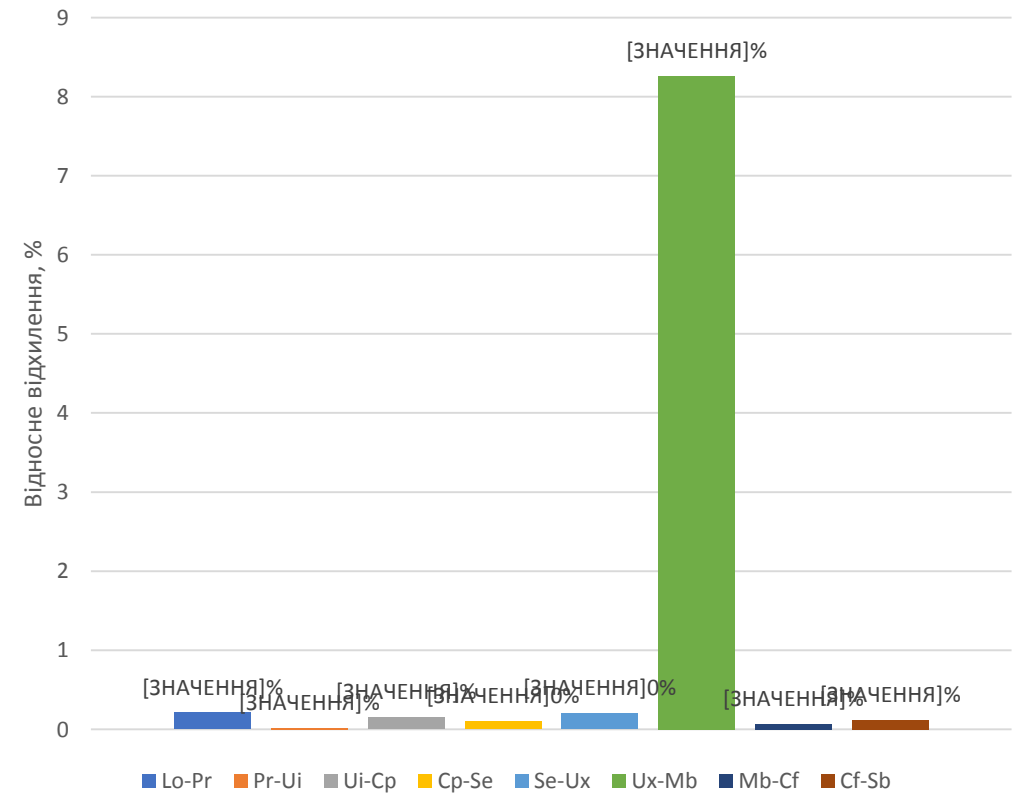
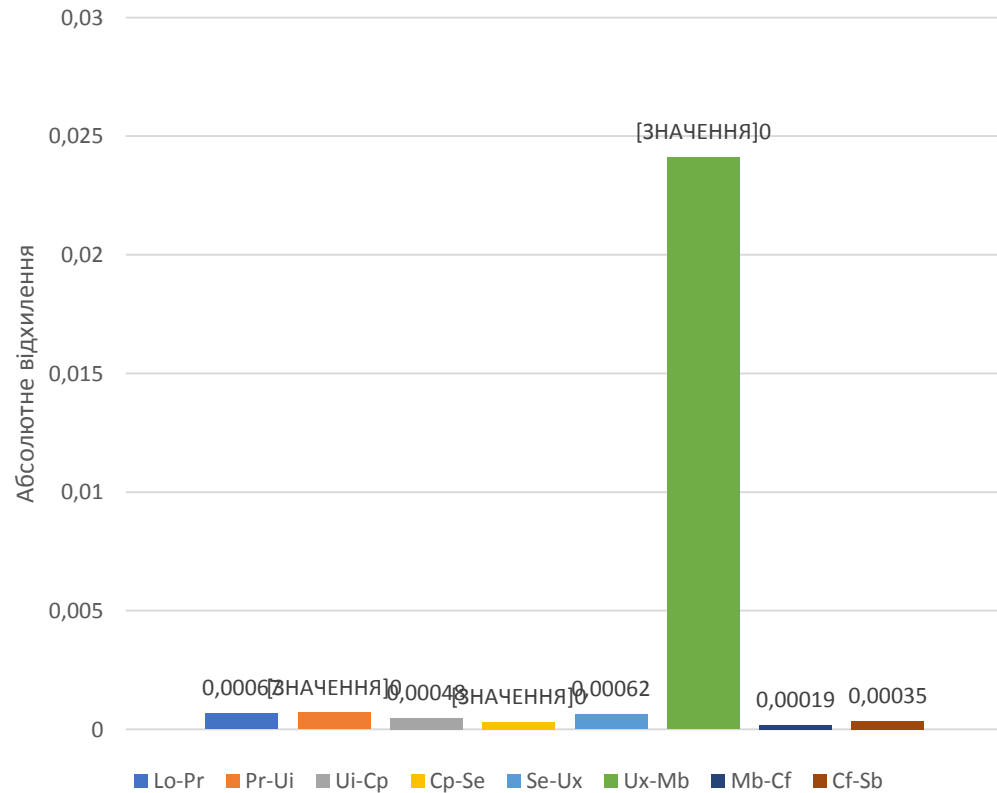
# Графоаналітичні дослідження – ІТ галузь

## Медіанний метод



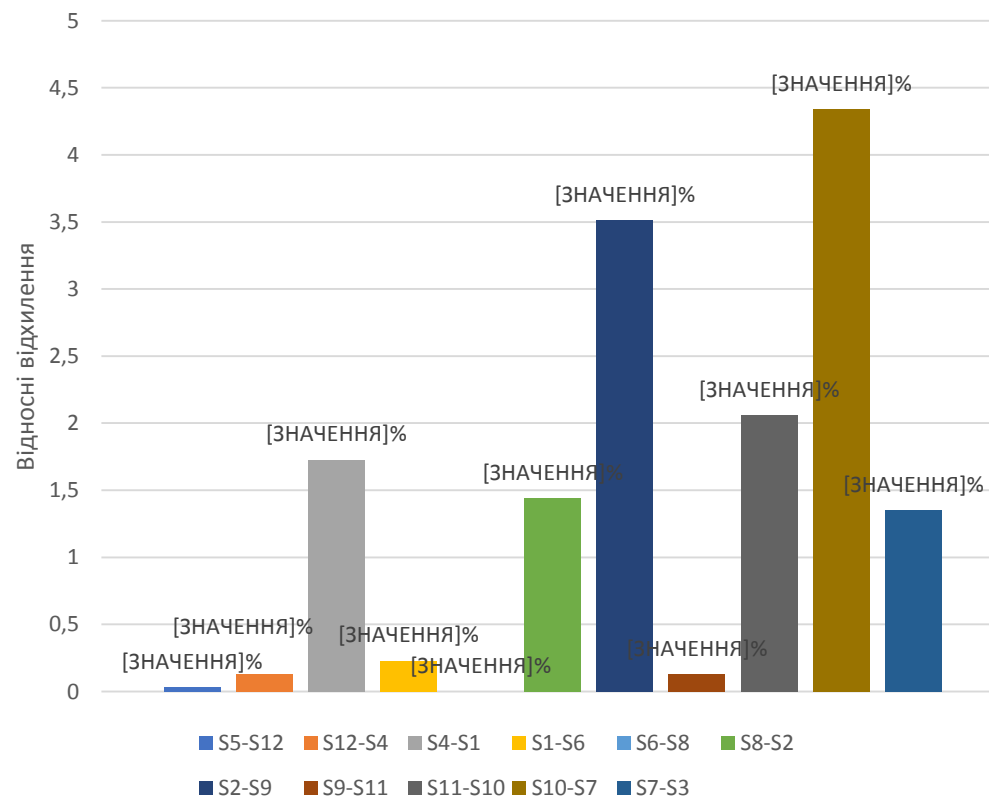
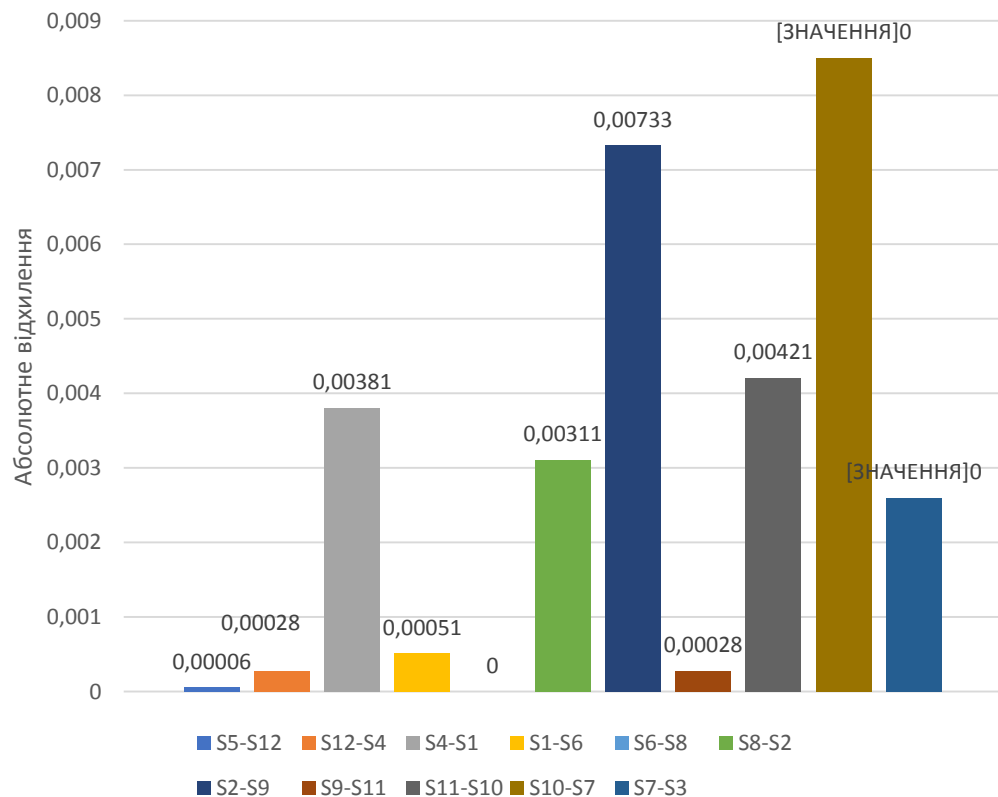
# Графоаналітичні дослідження – ІТ галузь

## Середньоарифметичний метод



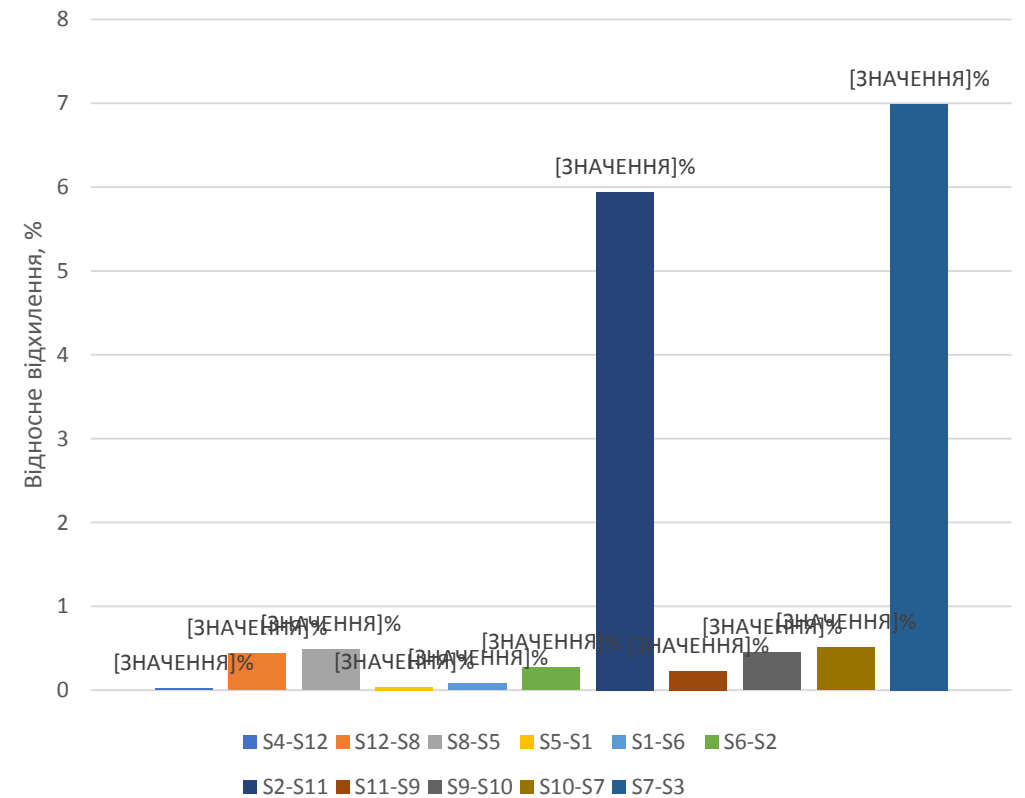
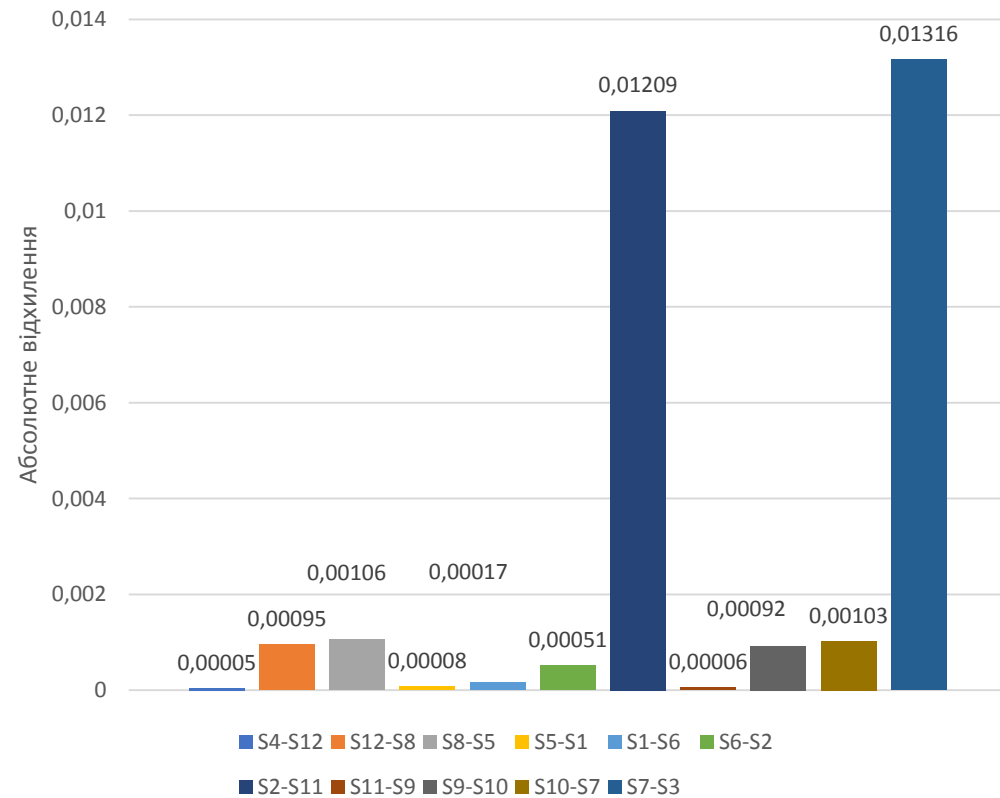
# Графоаналітичні дослідження – РМСТ

## Медіанний метод



# Графоаналітичні дослідження – РМСТ

## Середньоарифметичний метод





# Дослідження узгодженості отриманих результатів за допомогою коефіцієнта кореляції рангу Спірмена

$$r = 1 - \frac{\sum 6d^2 + t_A + t_B}{m^3 - m},$$

де  $d^2$  - квадратів різниць між рангами;

$t_A, t_B$  - поправки на однакові ранги;

$m$  - кількість ознак, які брали участь в ранжируванні.

- Для ІТ галузі: коефіцієнт кореляції рангу  $r = 0.600$
- РМСТ: коефіцієнт кореляції рангу  $r = 0.921$

# Напрямки подальших досліджень

- Розробка різних підходів до визначення «серединних» параметрів для реалізації розробленого методу нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив серединного випадку.
- Проведення поглиблених досліджень в частині, оптимізації розрахунків даного методу.
- Реалізація та апробація програмного продукту для вирішення задач нечіткої багатокритеріальної оптимізації різними методами: найгіршого, найкращого та кінцевої множини «серединного» випадку.

# Загальні висновки

- Оцінено сучасний стан багатокритеріального вибору альтернатив у галузі інформаційних технологій;
- Розроблено метод нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив: «серединного» випадку;
- Перевірено працездатність методу;
- Проведено графоаналітичні дослідження;
- Визначено напрямки подальших досліджень.

# Дякую за увагу!

*Спеціальна подяка*  
Шубенку Роману Валентиновичу, студенту гр. АТ-24м  
за допомогу у підготовці матеріалів даної лекції