

Державний університет “Житомирська політехніка”

**Вибір роботизованих  
механоскладальних технологій  
з використанням  
Еджварта-Парето оптимізації**

**Кирилович Валерій Анатолійович**

д.т.н.,

проф. кафедри РЕА ім. проф. Б.Б. Самотокаїна



# Актуальність теми

На сьогоднішній день конкуренція виробничих організацій є, напевно, найбільшою за весь час розвитку технологій. Тому виробничі компанії постійно шукають нові та нові автоматизовані системи та процеси, які дають технологічні переваги. Тому сучасні технології в виробничій сфері дають змогу краще вести конкуренцію на ринку. До таких технологій відноситься роботизовані механоскладальні технології (РМСТ).

Як відомо, в багатьох виробничих та невиробничих галузях виникає потреба у прийнятті рішень. Значною кількістю прийняття рішень змістовно відповідає розв'язуванню задач нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив (НБВА).

Задача вибору РМСТ і відноситься саме до класу задач нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив.

# Мета та завдання

## Мета:

Підвищення якості технологічної підготовки роботизованих механоскладальних виробництв машино- та приладобудування за рахунок нового підходу щодо вибору РМСТ з використанням Еджварта-Парето оптимізації, що виконується на множині отриманих рішень за результатами методик, що розроблені та реалізовані в ДУ «Житомирська політехніка».

1. Проаналізувати зміст та результати існуючих методик нечіткого багатокритеріального вибору (НБВ) РМСТ та використати їх як вхідні дані для розв'язування в роботі завдань.
2. Розробити семантичну модель нечіткого багатокритеріального вибору Парето-оптимальних РМСТ та на її основі запропонувати відповідне інформаційне та методичне забезпечення.
3. Продемонструвати працездатність запропонованого підходу при розв'язуванні задач НБВ РМСТ з використанням Еджварта-Парето оптимізації та порівняти отримані результати з отриманими раніше рішеннями.
4. Визначити напрямки подальших досліджень.

## Завдання

# Відмітні риси задачі НБВ РМСТ

## Особливість задачі

- Кінцеве рішення апріорі та апостеріорі невідоме;
- Змістом вибору є процес оптимізації, особливістю якого в свою чергу є саме процес упорядкування елементів ДМЛК;
- Задача відноситься до задач багатокритеріальної оптимізації;
- Кожен елемент ДМЛК має різну фізичну природу, зміст та різні шкали вимірювань.

## “Природа” задачі

- Упорядковані множини локальних критеріїв, що отримані різними методами, містять різні послідовності локальних критеріїв в рішеннях;
- Це породжує необхідність визначення узгодженості рішень, отриманих різними методиками в контексті змісту даної задачі.

# Компоненти (прояви) РМСТ



# Вхідні дані – альтернативи

6

$QBMS_{S<j>}$

Множина результатів НБВ РМСТ, отриманих методикою квазікращого випадку

Множина результатів НБВ РМСТ, отриманих методикою серединного випадку з середньоквадратичним методом визначення серединного параметру

$s_{S<j>}$

$AS_{<j>}$

Множина результатів НБВ РМСТ, отриманих методикою серединного випадку з середньоарифметичним методом визначення серединного параметру

Множина результатів НБВ РМСТ, отриманих методикою серединного випадку з середньогеометричним методом визначення серединного параметру

$G_{S<j>}$

$MS_{<j>}$

Множина результатів НБВ РМСТ, отриманих методикою серединного випадку з середньоарифметичним методом визначення серединного параметру

Множина результатів НБВ РМСТ, отриманих методикою найгіршого випадку

$WMS_{S<j>}$

# Нечіткий багатокритеріальний вибір РМСТ

Аналіз узгодженості отриманих результатів (вхідних даних) за коефіцієнтами кореляції Кендалла ( $W$ ) та Спірмена ( $\rho$ )

Коефіцієнт  
узгодженості  
Кендалла

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

де  $n=4$  – кількість методів (альтернатив),  
 $m=12$  – кількість локальних критеріїв,  
 $d^2$  – квадрат відхилення суми локального критерію за шістьма методами від середньої суми всіх критеріїв.

Kendall rank correlation coefficient: 0.597 - Noticeable consistency;  
Spearman's rank correlation coefficient:

| Alternatives  | Coefficient | Explanation   |
|---------------|-------------|---|
| QBMS - MMS:A  | 0.413       | Noticeable consistency                              |
| QBMS - MMS:M  | 0.497       | Noticeable consistency                              |
| QBMS - MMS:S  | 0.371       | Weak consistency                                    |
| QBMS - MMS:G  | 0.413       | Noticeable consistency                              |
| QBMS - WMS    | 0.559       | Noticeable consistency                              |
| MMS:A - MMS:M | 0.909       | Very high consistency, alternatives almost coincide |
| MMS:A - MMS:S | 0.986       | Very high consistency, alternatives almost coincide |
| MMS:A - MMS:G | 1.0         | Very high consistency, alternatives almost coincide |
| MMS:A - WMS   | -0.084      | Alternatives are almost inconsistent                |
| MMS:M - MMS:S | 0.923       | Very high consistency, alternatives almost coincide |
| MMS:M - MMS:G | 0.909       | Very high consistency, alternatives almost coincide |
| MMS:M - WMS   | 0.056       | Alternatives are almost inconsistent                |
| MMS:S - MMS:G | 0.986       | Very high consistency, alternatives almost coincide |
| MMS:S - WMS   | -0.105      | Alternatives are almost inconsistent                |
| MMS:G - WMS   | -0.084      | Alternatives are almost inconsistent                |

Коефіцієнт  
узгодженості  
Спірмена

$$\rho = 1 - 6 \frac{\sum d^2}{m^3 - m};$$

де  $m=12$  – кількість локальних критеріїв,  
 $d^2$  – квадрат різниці між рангами альтернатив

# Сутність Еджварта-Парето оптимізації

Принцип Еджварта-Парето дає змогу звужити клас можливих претендентів на остаточне розв'язання і виключити з розгляду свідомо неконкурентоздатні варіанти. А остаточний вибір здійснюється на основі додаткової інформації про переваги особи, яка приймає рішення (ОПР).

В даній роботі принцип Еджварта-Парето поширюється на ширший клас задач багатокритеріального вибору, у яких відношення переваги ОПР, а також множина можливих рішень є нечіткими.

У спрощеній формі його можна виразити так: у тих завданнях багатокритеріального вибору, які підкоряються певним аксіомам, нечіткий вибір слід здійснювати лише всередині множини Парето.

Вказане вимагає формування самої множини Парето.



# Результати нечіткого багатокритеріального вибору РМСТ ( $S^k_{\langle j \rangle} \rightarrow S^k_{(j)}$ )

(Початкові дані для розв'язуваних тут задач)

$k=(QBMS, MMS:A, MMS:M, MMS:S, MMS:G, WMS)$

|       | S1-Gm   | S2-Kn   | S3-Dn   | S4-Ct   | S5-En   | S6-Tr   | S7-τ(Q) | S8-RI   | S9-Ec   | S10-Ac  | S11-Fc  | S12-Fopt |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| QBMS  | 0.18074 | 0.19354 | 0.15139 | 0.179   | 0.19015 | 0.18514 | 0.17603 | 0.18029 | 0.15259 | 0.17118 | 0.16525 | 0.16415  |
| MMS:A | 0.2163  | 0.21562 | 0.18836 | 0.21844 | 0.21638 | 0.21613 | 0.20152 | 0.21744 | 0.20347 | 0.20255 | 0.20353 | 0.21839  |
| MMS:M | 0.21961 | 0.21599 | 0.19307 | 0.22342 | 0.22376 | 0.2191  | 0.19567 | 0.2191  | 0.20866 | 0.20417 | 0.20838 | 0.2237   |
| MMS:S | 0.21576 | 0.2153  | 0.18689 | 0.21689 | 0.21589 | 0.21567 | 0.2009  | 0.21638 | 0.20248 | 0.20152 | 0.20202 | 0.21737  |
| MMS:G | 0.21684 | 0.21594 | 0.18994 | 0.22011 | 0.21702 | 0.21659 | 0.20214 | 0.21853 | 0.20444 | 0.20362 | 0.20515 | 0.21937  |
| WMS   | 0.09038 | 0.12432 | 0.07643 | 0.06701 | 0.10399 | 0.05102 | 0.07085 | 0.0645  | 0.03908 | 0.06697 | 0.03433 | 0.03616  |

# Узагальнена постановка завдань НБВ РМСТ, оптимальних за Еджвортом-Парето

$$\varphi: (S_{\langle j \rangle}^k \rightarrow S_{(j)}^k) \rightarrow (S_{(j)}^P \rightarrow S_{\langle j \rangle}^P)$$

$$i_p = \overline{1, n_p};$$

$$j = \overline{1, m};$$

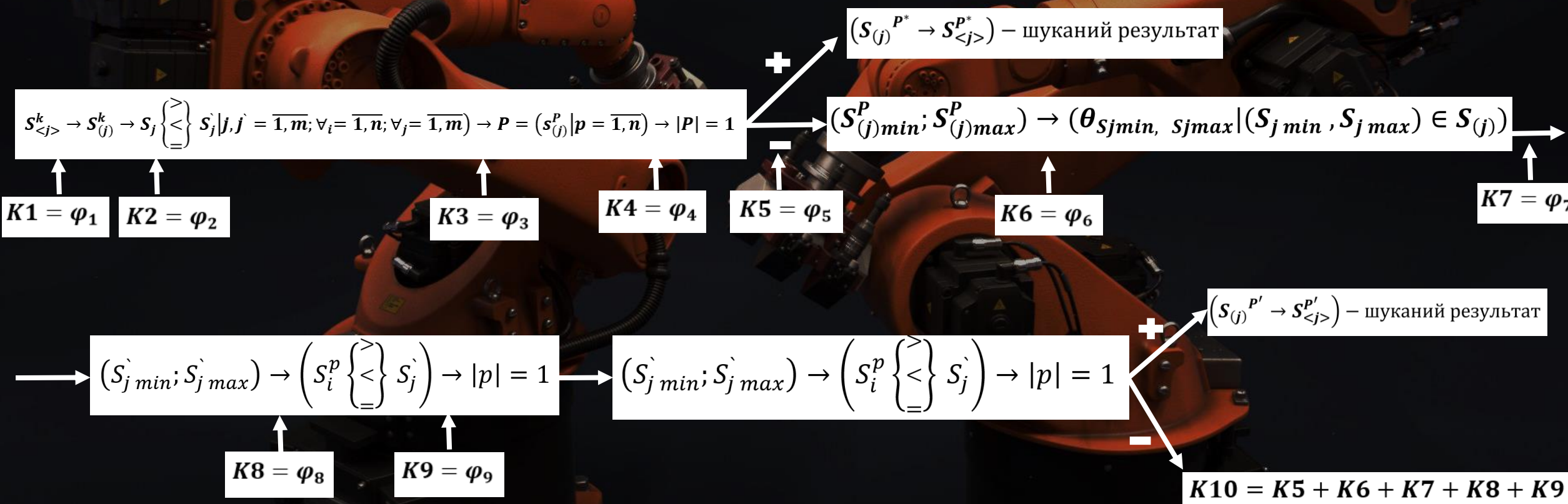
$$K = (K_{i_p} = \overline{1, n_{i_p}})$$

$$k = (QBMS, MMS: M, MMS: A, MMS: G, MMS: S, WMS);$$

$$P = \{QBMS, MMS: M, MMS: A, MMS: G, MMS: S, WMS\};$$

$$|k| \geq |P|$$

# Розширена семантична модель НБВ РМСТ, оптимальних за Еджвортом-Парето



# Кроки формування Еджварта-Парето множини $PMCT_2$

## Порівняння альтернатив (за нечіткими оцінками розв'язків за слайдом 9)

Quazi-best method solution (QBMS) та Middle method solution: arithmetic mean (MMS:A)

| QBMS i MMS:A |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A |
| $s_1$        | $s_2$        | $s_3$        | $s_4$        |
| QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A |
| $s_5$        | $s_6$        | $s_7$        | $s_8$        |
| QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A | QBMS < MMS:A |
| $s_9$        | $s_{10}$     | $s_{11}$     | $s_{12}$     |

Quazi-best method solution (QBMS) та Middle method solution: median (MMS:M)

| QBMS i MMS:M |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M |
| $s_1$        | $s_2$        | $s_3$        | $s_4$        |
| QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M |
| $s_5$        | $s_6$        | $s_7$        | $s_8$        |
| QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M | QBMS < MMS:M |
| $s_9$        | $s_{10}$     | $s_{11}$     | $s_{12}$     |

Quazi-best method solution (QBMS) та Middle method solution: root mean square (MMS:S)

| QBMS i MMS:S |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S |
| $s_1$        | $s_2$        | $s_3$        | $s_4$        |
| QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S |
| $s_5$        | $s_6$        | $s_7$        | $s_8$        |
| QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S | QBMS < MMS:S |
| $s_9$        | $s_{10}$     | $s_{11}$     | $s_{12}$     |

# Порівняння альтернатив

Quazi-best method solution (QBMS) та Middle method solution: geometric (MMS:G)

| QBMS і MMS:G |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G |
| $s_1$        | $s_2$        | $s_3$        | $s_4$        |
| QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G |
| $s_5$        | $s_6$        | $s_7$        | $s_8$        |
| QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G | QBMS < MMS:G |
| $s_9$        | $s_{10}$     | $s_{11}$     | $s_{12}$     |

Quazi-best method solution (QBMS) та Worst method solution (WMS)

| QBMS і WMS |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| QBMS > WMS | QBMS > WMS | QBMS > WMS | QBMS > WMS |
| $s_1$      | $s_2$      | $s_3$      | $s_4$      |
| QBMS > WMS | QBMS > WMS | QBMS > WMS | QBMS > WMS |
| $s_5$      | $s_6$      | $s_7$      | $s_8$      |
| QBMS > WMS | QBMS > WMS | QBMS > WMS | QBMS > WMS |
| $s_9$      | $s_{10}$   | $s_{11}$   | $s_{12}$   |

| Порівнювані альтернативи | >  | <  | Видалена (недомінуюча) альтернатива | Залишена (домінуюча) альтернатива |
|--------------------------|----|----|-------------------------------------|-----------------------------------|
| QBMS та MMS:A            | 0  | 12 | QBMS                                | MMS:A                             |
| QBMS та MMS:M            | 0  | 12 | QBMS                                | MMS:M                             |
| QBMS та MMS:S            | 0  | 12 | QBMS                                | MMS:S                             |
| QBMS та MMS:G            | 0  | 12 | QBMS                                | MMS:G                             |
| QBMS та WMS              | 12 | 0  | WMS                                 | QBMS                              |

Тут відношення  $QBMS > WMS$  виконується, тому WMS є недомінуючим і не розглядається далі. При порівнянні QBMS і MMS:A виконується відношення  $MMS:A > QBMS$ , QBMS є недомінуючою і знімається з розгляду. Аналогічно проаналізовані інші альтернативи.

# Порівняння альтернатив

Middle method solution: arithmetic mean (MMS:A) та Middle method solution: root mean square (MMS:S)

Middle method solution: arithmetic mean (MMS:A) та Middle method solution: geometric (MMS:G)

|                 | MMS:A i MMS:S   |                 |                 |  |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S |  |
| $s_1$           | $s_2$           | $s_3$           | $s_4$           |  |
| MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S |  |
| $s_5$           | $s_6$           | $s_7$           | $s_8$           |  |
| MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S | MMS: A > MMS: S |  |
| $s_9$           | $s_{10}$        | $s_{11}$        | $s_{12}$        |  |

|                 | MMS:A i MMS:G   |                 |                 |  |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G |  |
| $s_1$           | $s_2$           | $s_3$           | $s_4$           |  |
| MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G |  |
| $s_5$           | $s_6$           | $s_7$           | $s_8$           |  |
| MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G | MMS: A < MMS: G |  |
| $s_9$           | $s_{10}$        | $s_{11}$        | $s_{12}$        |  |

Middle method solution: arithmetic mean (MMS:A) та Middle method solution: median (MMS:M)

|                 | MMS:A i MMS:M   |                 |                 |  |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| MMS: A < MMS: M | MMS: A < MMS: M | MMS: A < MMS: M | MMS: A < MMS: M |  |
| $s_1$           | $s_2$           | $s_3$           | $s_4$           |  |
| MMS: A < MMS: M | MMS: A < MMS: M | MMS: A > MMS: M | MMS: A < MMS: M |  |
| $s_5$           | $s_6$           | $s_7$           | $s_8$           |  |
| MMS: A < MMS: M | MMS: A < MMS: M | MMS: A < MMS: M | MMS: A < MMS: M |  |
| $s_9$           | $s_{10}$        | $s_{11}$        | $s_{12}$        |  |

# Порівняння альтернатив

| Порівнювані альтернативи | >  | <  | Видалена (недомінуюча) альтернатива | Залишена (домінуюча) альтернатива |
|--------------------------|----|----|-------------------------------------|-----------------------------------|
| MMS:A та MMS:M           | 0  | 12 | MMS:A                               | MMS:M                             |
| MMS:A та MMS:S           | 12 | 0  | MMS:S                               | MMS:A                             |
| MMS:A та MMS:G           | 0  | 12 | MMS:A                               | MMS:G                             |

При порівнянні MMS:A і MMS:M відношення  $MMS:A < MMS:M$  виконується, MMS:A є недомінуючим і знімається з розгляду.

Порівняння  $MMS:A > MMS:S$  виконується, тому MMS:S є недомінуючим і не розглядається далі.

При порівнянні MMS:A і MMS:G відношення  $MMS:A < MMS:G$  виконується, MMS:A є недомінуючим і знімається з розгляду.

# Порівняння альтернатив

Middle method solution: median (MMS:M) та  
Middle method solution: geometric (MMS:G)

|                 | MMS:M і MMS:G   |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G |
| $s_1$           | $s_2$           | $s_3$           | $s_4$           |                 |
| MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M < MMS: G | MMS: M > MMS: G |                 |
| $s_5$           | $s_6$           | $s_7$           | $s_8$           |                 |
| MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G |                 |
| $s_9$           | $s_{10}$        | $s_{11}$        | $s_{12}$        |                 |

| Порівнювані альтернативи | >  | < | Видалена (недомінуюча) альтернатива | Залишена (домінуюча) альтернатива |
|--------------------------|----|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| MMS:M та MMS:G           | 11 | 1 | _____                               | _____                             |

Тут MMS:M і MMS:G незрівнянні, тому обидва включені в множину Еджварта-Парето, що має вид  $P = (MMS:M; MMS:G)$ .

Остаточний вибір РМСТ виконується на цій сформованій Еджварта-Парето множині.



# Нечіткі оцінки сформованих елементів

## Еджварта-Парето множини

|              | S1      | S2      | S3      | S4      | S5      | S6      | S7                | S8      | S9      | S10     | S11     | S12            |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|
| MMS:M        | 0.21961 | 0.21599 | 0.19307 | 0.22342 | 0.22376 | 0.2191  | 0.19567           | 0.2191  | 0.20866 | 0.20417 | 0.20838 | 0.2237         |
| MMS:G        | 0.21684 | 0.21594 | 0.18994 | 0.22011 | 0.21702 | 0.21659 | 0.20214           | 0.21853 | 0.20444 | 0.20362 | 0.20515 | 0.20515        |
| $\Delta S_j$ | 0.00277 | 0.00005 | 0.00313 | 0.00331 | 0.00674 | 0.00251 | <b>(-0.00674)</b> | 0.00057 | 0.00422 | 0.00055 | 0.00323 | <b>0.01855</b> |

Для кінцевого вибору Еджворта-Перето оптимального рішення щодо нечіткого багатокритеріального вибору РМСТ необхідно володіти інформацією про переваги ОПР щодо кожного із множини локальних критеріїв  $S_1 - S_{12}$ . В даному випадку найбільш важливим критерієм є  $S_{12}$ , а найменш важливим  $S_7$ . На основі принципів Еджворта-Парето зменшується нечітка оцінка найбільш важливого локального критерію  $\Delta S_j \max$ , тобто  $S_{12}$ , для якого  $\Delta S_{12} = 0.01855$  (виділено **зеленим** кольором), покращенням нечіткої оцінки для найменш важливого критерію  $\Delta S_j \min$ , тобто  $S_7$ , для якого  $\Delta S_7 = -0.00674$  (виділено **червоним** кольором).

# Результат корегування нечітких оцінок локальних критеріїв в Еджварта-Парето альтернативах

Для даного прикладу для збільшення критерію  $S_7$  (параметр, який визначає часові параметри (продуктивність) РМСТ), ОПР необхідно знехтувати критерієм  $S_{12}$  (складові, що визначені комплексними видами критеріїв при проектуванні РМСТ) за нехтуванням нечіткої оцінки критерію  $S_{12}$  для підвищення важливості критерія  $S_7$ , що виражається наступною залежністю  $S_7^* = S_{12}^* = 0,5$ .

Тоді коефіцієнт відносної важливості вказаних критеріїв дорівнює:

$$\theta_{S_j, min, S_j max} = \frac{S_7^*}{S_7^* + S_{12}^*} = \frac{0,5}{0,5 + 0,5} = \frac{0,5}{1} = 0,5.$$

З огляду на це, нові значення критеріїв  $S_7$  і  $S_{12}$  нечітких оцінок для кожної з альтернатив сформованої вище Парето-множини, тобто MMS:M та MMS:G, виглядає наступним чином:

$$\begin{aligned} \text{MMS:M : } S_7 &= 0,5 * 0.19567 + (1-0,5) * 0.2237 = 0,097835 + 0,11188 = 0,209715; \\ S_{12} &= 0,5 * 0.2237 + (1-0,5) * 0.19567 = 0,097835 + 0,11188 = 0,209715; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MMS:G : } S_7 &= 0,5 * 0.20214 + (1-0,5) * 0.20515 = 0,10107 + 0,10257 = 0,20364; \\ S_{12} &= 0,5 * 0.20515 + (1-0,5) * 0.20214 = 0,10257 + 0,10107 = 0,20364 \end{aligned}$$

# Порівняння відкорегованих нечітких оцінок Едварта-Парето альтернатив

|        | S1      | S2      | S3      | S4      | S5      | S6      | S7       | S8      | S9      | S10     | S11     | S12      |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|
| MMS:M  | 0.21961 | 0.21599 | 0.19307 | 0.22342 | 0.22376 | 0.2191  | 0.19567  | 0.2191  | 0.20866 | 0.20417 | 0.20838 | 0.2237   |
| 'MMS:M |         |         |         |         |         |         | 0,209715 |         |         |         |         | 0,209715 |
| MMS:G  | 0.21684 | 0.21594 | 0.18994 | 0.22011 | 0.21702 | 0.21659 | 0.20214  | 0.21853 | 0.20444 | 0.20362 | 0.20515 | 0.20515  |
| 'MMS:G |         |         |         |         |         |         | 0,20364  |         |         |         |         | 0,20364  |

Порівняння MMS:M та MMS:G.

Результат порівняння

| MMS:M і MMS:G   |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G |
| $s_1$           | $s_2$           | $s_3$           | $s_4$           |
| MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G |
| $s_5$           | $s_6$           | $s_7$           | $s_8$           |
| MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G | MMS: M > MMS: G |
| $s_9$           | $s_{10}$        | $s_{11}$        | $s_{12}$        |

| Порівнювані альтернативи | >  | < | Видалена (недомінуюча) альтернатива | Залишена (домінуюча) альтернатива |
|--------------------------|----|---|-------------------------------------|-----------------------------------|
| MMS:M та MMS:G           | 12 | 0 | MMS:G                               | MMS:M                             |

$$(S_{MMS:M}^{(j)} \rightarrow S_{MMS:M}^{<j>})$$

# Кінцевий результат порівняння альтернатив

Таким чином, розглянута процедура визначення відносної важливості критеріїв дає можливість звузити набір Еджварта-Парето і, отже, зменшити кількість можливих рішень: початкова кількість аналізованих альтернатив 6, кінцева 2.

В розглянутому прикладі Еджварта-Перето оптимальним вибором РМСТ є результат, отриманий за аналізованими альтернативами рішень (див. слайд 9): MMS:M – middle method solution: median, тобто результат, отриманий за методикою серединного випадку з медіанним визначенням серединного параметру.

Кінцевий результат, що отриманий на множині вхідних 6 альтернатив-рішень, співпадає з результатом, отриманим більш трудомістким підходом нечіткого багатокритеріального вибору РМСТ з використанням методів TOPSIS, PROMETHEE II, GRA та процедур нормалізації норм.

# Напрямки подальших досліджень

21

01

Демонстрація працездатності при розв'язуванні інших задач нечіткого багатокритеріального вибору альтернатив (ефективність програмного забезпечення на етапі тестування)

02

Розробка та демонстрація вибору Еджварта-Парето оптимальних нечітких багатокритеріальних задач вибору з інших галузей діяльності людини

03

Розробка універсальної автоматизованої системи нечіткого багатокритеріального вибору різногалузевих альтернатив з використанням Еджварта-Парето оптимізації


# Загальні висновки

1. Запропоновано новий підхід щодо нечіткого багатокритеріального вибору РМСТ, компонентами якого є кінцева множина результатів вибору РМСТ з використанням множини методик, розроблених в ДУ "ЖП". Такий підхід базується на розв'язуванні задач з використанням принципів Парето-оптимальності. Його використання збільшує обґрунтованість прийняття рішень та зменшує трудомісткість процесу вибору РМСТ із їх кінцевої множини, що і є одними із показників підвищення ефективності технологічної підготовки роботизованих механоскладальних виробництв приладо- та машинобудування.

2. Розроблено семантичну модель НБВ Парето-оптимальних РМСТ, що являє собою розімкнений зважений орієнтований граф, в якому вершини ідентифіковані результатами обчислень, а ребра змістовно визначають кроки виконання таких обчислень. Зміст Парето-оптимального підходу щодо вибору РМСТ дав можливість розробити відповідне інформаційне та методичне забезпечення. Його основою є особливості та результат розв'язування задач НБВ РМСТ та особливості розв'язування задач, оптимальних за Парето.

3. Працездатність запропонованого підходу продемонстрована на множині розв'язків, отриманих як результат використання методик, розроблених в ДУ "Житомирська політехніка" та розробленої методичної основи розв'язування задач НБВ Парето-оптимальних РМСТ у вигляді семантичної моделі. Її зміст вказує на принципову можливість її програмної реалізації.

# Загальні висновки

- 
4. Аналіз отриманих результатів за розробленим підходом вказує на отримання результату (а саме оптимальною є методика MMS: M= middle method solution: median – методика середнього випадку з медіанним визначенням середнього параметру), який співпадає із попередньо отриманим результатом з використанням багаторівневої методології, що базується на методах TOPSIS, PROMETHEE II, GRA та нормалізації норм. Це підтверджує працездатність запропонованого підходу та породжує ряд питань щодо випадковості та/або закономірності отриманих однакових результатів.
5. Визначено напрямки подальших досліджень, що за своїм змістом є розширеними дослідженнями постановок та їх результатів, що орієнтовані на автоматизовану їх реалізацію в рамках оригінального програмного продукту FMCSA.

Державний університет “Житомирська політехніка”

Дякую за увагу

---

