

#1. Критерии эффективности систем. Количественные оценки.

Вариант: $83 \bmod 25 = 8$

1) Записать интегральный критерий эффективности СТК для $m=3$ и $n=8$, если оценки получены методом ранжирования. Определить согласованность экспертов.

1 эксперт				2 эксперт				3 эксперт		
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
2,5	1,4,7,8	3	6	1,3	2,6	4,7	5,8	3,5	4,6	1,2,7,8

1-й эксперт:

1

q_2

3

q_1

7

q_3

8

q_6

2

q_5

4

q_4

5

q_7

6

q_8

I	1	2	3	4	5	6	7	8
r_{ij}	4.5	1.5	7	4.5	1.5	8	4.5	4.5
c_{ij}	0.5625	0.9375	0.25	0.5625	0.9375	0.125	0.5625	0.5625
b_{ij}	0.125	0.208	0.056	0.125	0.208	0.028	0.125	0.125

$$c_{ij} = 1 - \frac{r_{ij} - 1}{n}$$

$$b_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum c_{is}}$$

= 4.5

$$E = \varphi(q_1, \dots, q_n) = \sum_{i=1}^n b_i q_i$$

$$E^1 = 0.125q_1 + 0.208q_2 + 0.056q_3 + 0.125q_4 + 0.208q_5 + 0.028q_6 + \\ + 0.125q_7 + 0.125q_8$$

2-й шаг:

1
 q_1

3
 q_2

5
 q_4

7
 q_5

2
 q_3

4
 q_6

6
 q_7

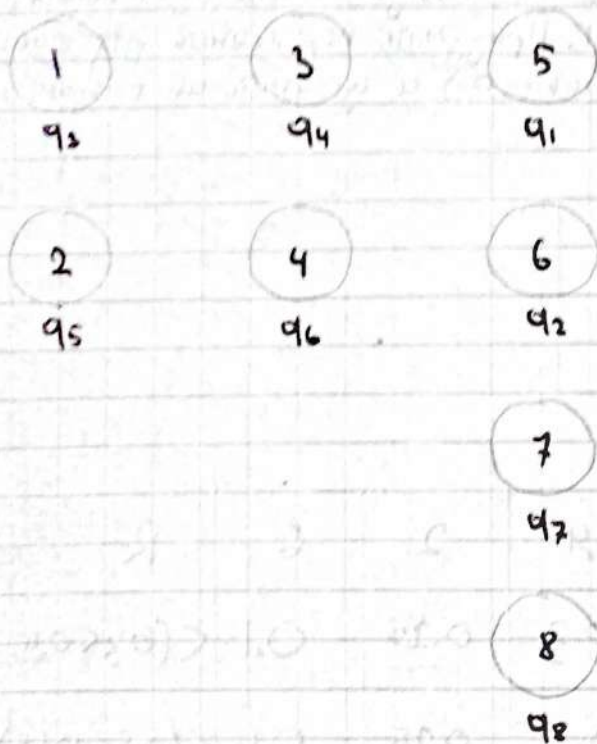
8
 q_8

\bar{I}	1	2	3	4	5	6	7	8
r_{ij}	1.5	3.5	1.5	5.5	7.5	3.5	5.5	7.5
c_{ij}	0.5375	0.6875	0.5375	0.4375	0.1875	0.6875	0.4375	0.1875
b_{ij}	0.208	0.153	0.208	0.097	0.042	0.153	0.097	0.042

= 4.5

$$E^2 = 0.208q_1 + 0.153q_2 + 0.208q_3 + 0.097q_4 + 0.042q_5 + 0.153q_6 + \\ + 0.097q_7 + 0.042q_8$$

3-й експерт:



j	1 2 3 4 5 6 7 8							
	1	2	3	4	5	6	7	8
r_{ij}	6.5	6.5	1.5	3.5	1.5	3.5	6.5	6.5
c_{ij}	0.3/25	0.3/25	0.3/25	0.6/25	0.3/25	0.6/25	0.3/25	0.3/25
h_{ij}	0.069	0.069	0.208	0.153	0.208	0.153	0.069	0.069

$$= 4.5$$

$$E^3 = 0.069q_1 + 0.069q_2 + 0.208q_3 + 0.153q_4 + 0.208q_5 + 0.153q_6 + 0.069q_7 + 0.069q_8$$

$$W = \frac{12.5}{m^2(n^3-n)}, 0 < W \leq 1$$

$$W = \frac{12 \cdot 168}{9(512-8)} = 0.44$$

$W < 0.7 \Rightarrow$ експерти не согласованы

$$S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^m k_{ij} - 0.5m(n+1) \right]^2$$

$$S = (3+1+5-13.5)^2 + (1+3+6-13.5)^2 + (7+2+1-13.5)^2 + (4+5+3-13.5)^2 + (2+7+2-13.5)^2 + (8+4+4-13.5)^2 + (5+6+7-13.5)^2 + (6+8+8-13.5)^2 = 168$$

2) Решить задачу получения экспертных оценок методом последовательных приближений. Число частных критериев $n=8$, $m=1$. Придумать первый ряд оценок самостоятельно (наивысшая оценка -1 , наименьшая -0) и уточнить их с помощью системы решений.

1	2	3	4	5	6
<	<	>	>	<	<

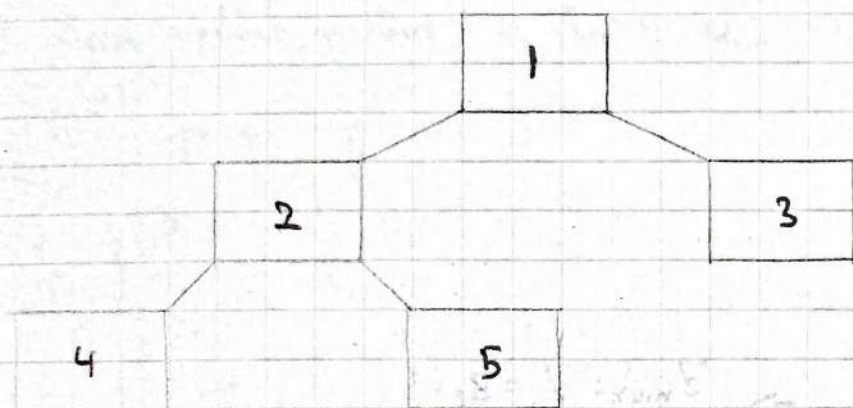
I	3	7	1	8	5	4	2	6	R
C	1	0.8	0.75	0.6	0.5	0.3	0.25	0.1	$<(0.3 < 0.35)$
C'	1	0.8	0.75	0.6	0.5	0.3	0.25	0.1	$<(0.5 < 0.65)$
C''	1	0.8	0.75	0.6	0.5	0.3	0.25	0.1	$>(0.6 > 1.15)$
C'''	2	1.8	1.75	1.6	0.5	0.3	0.25	0.1	$>(1.75 > 2.75)$
C''''	3.25	2.05	3	1.6	0.5	0.3	0.25	0.1	$<(2.05 < 5.75)$
C'''''	3.25	2.05	3	1.6	0.5	0.3	0.25	0.1	$<(3.25 < 7.8)$
C''''''	3.25	2.05	3	1.6	0.5	0.3	0.25	0.1	$\sum_{i=1}^n C_{ij} = 11.05$
b_{ij}	0.294	0.186	0.271	0.145	0.045	0.027	0.023	0.009	

$$E = 0.271q_1 + 0.023q_2 + 0.294q_3 + 0.027q_4 + 0.045q_5 + 0.009q_6 + 0.186q_7 + 0.145q_8$$

#2. Анализ систем по структурно-топологическим характеристикам

Вариант: $83 \bmod 3 = 2$

Определить вид и структурно-топологические характеристики структуры системы: R, α, Q, δ .



$n=5$

Построим матрицу смежности и определим связность структуры

$$A_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R \Rightarrow \frac{1}{2} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 a_{ij} \geq 4 \Rightarrow R = \left[\frac{1}{2} ((1+1) + (1+1+1) + 1 + 1 + 1) = \frac{1}{2} \cdot 8 = 4 \right] \geq 4 \Rightarrow \underline{4 \geq 4} \Rightarrow \text{система связная}$$

Определим структурную избыточность:

$$\alpha = \frac{R}{n-1} - 1 = \frac{4}{4} - 1 \Rightarrow \frac{4}{4} - 1 = 0$$

$\alpha = 0 \Rightarrow$ минимальная избыточность

Связей в системе столько, сколько необходимо.

Для определения структурной компактности введен матрицу расстояний между вершинами:

$$D_{5 \times 5} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 0 & 3 & 3 \\ 2 & 1 & 3 & 0 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$Q \Rightarrow \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 d_{ij}, (i \neq j) \Rightarrow Q = (1+1+2+2) + (1+2+1+1) + (1+2+3+3) + (2+1+3+2) + (2+1+3+2) = 36$$

Определим степень централизации системы:

$$\delta = (n-1) \cdot (2Z_{\max} - n) \cdot \frac{1}{Z_{\max}(n-2)}$$

$$\delta = 4(2Z_{\max} - 5) \cdot \frac{1}{Z_{\max} \cdot 3} = \frac{4}{3} \cdot \frac{2Z_{\max} - 5}{Z_{\max}}$$

$$Z_i = \frac{Q}{2} \left(\sum_{j=1}^n d_{ij} \right)^{-1}, (i \neq j), i = \overline{1, n}$$

$$Z_i = 18 \left(\sum_{j=1}^n d_{ij} \right)^{-1}$$

$$Z_1 = 18(1+1+2+2)^{-1} = \frac{18}{6} = 3$$

$$Z_2 = 18(1+2+1+1)^{-1} = 3$$

$$Z_3 = 18(1+2+3+3)^{-1} = \frac{18}{9} = 2$$

$$\Rightarrow Z_{\max} = Z_1 = Z_2 = 3$$

$$Z_4 = 18(2+1+3+2)^{-1} = \frac{18}{8} = 2.25$$

$$Z_5 = 18(2+1+3+2)^{-1} = 2.25$$

$$\delta = \frac{4}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3 - 5}{3} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{4}{9}$$

$$\delta = \frac{4}{9} = 0.4 \Rightarrow \text{система централизованная}$$

#3. Метод решающих матриц

Вариант: $83 \bmod 5 = 3$

Оценить влияние факторов нижнего уровня на проектирование всей системы в целом.

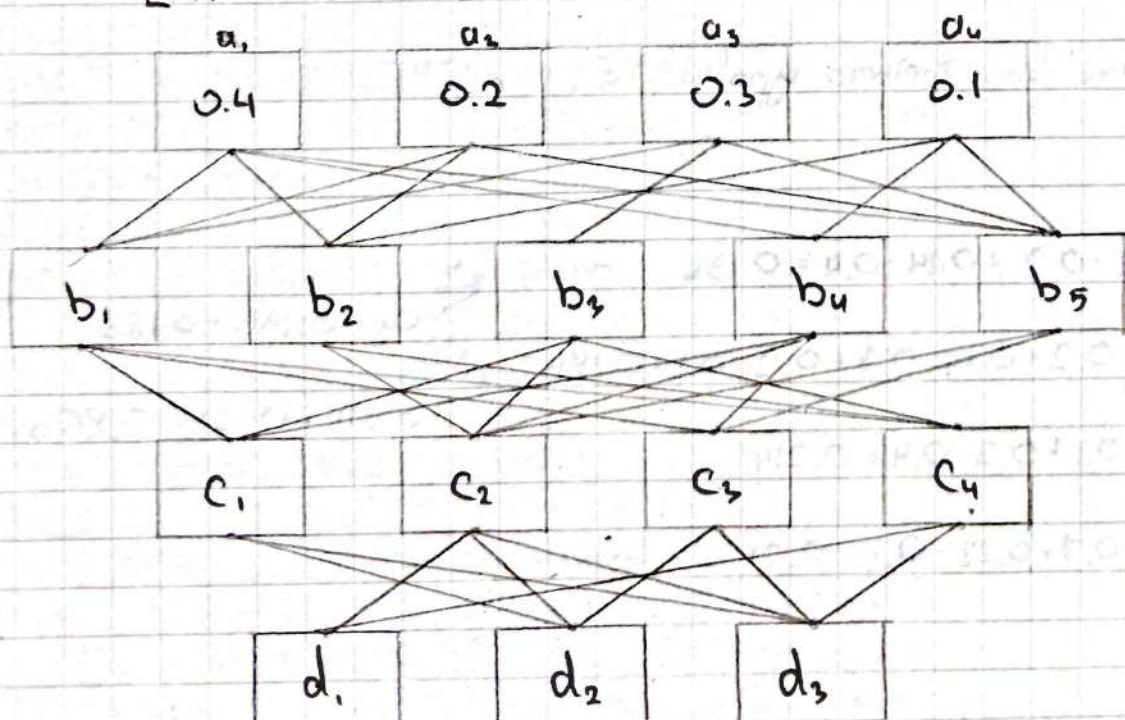
Веса первого уровня: $\alpha = [0.4 \ 0.2 \ 0.3 \ 0.1]$

Связи между уровнями:

$$AB = \begin{matrix} & \begin{matrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.4 & 0.2 & 0.4 & - \\ 0.4 & 0.4 & - & 0.2 \\ - & - & 1.0 & - \\ 0.3 & - & - & 0.7 \\ 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0.3 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$BC = \begin{matrix} & \begin{matrix} b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.4 & - & 0.2 & 0.4 & - \\ - & 0.4 & 0.2 & 0.3 & 0.1 \\ 0.5 & - & - & 0.1 & 0.4 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 & - & - \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$CD = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_1 & c_2 & c_3 & c_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} - & 0.3 & - & 0.7 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 & - \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \end{bmatrix} \end{matrix}$$



Определим относительные веса второго уровня:

$$b_i = \sum_{j=1}^{n_b} p_{ij} a_j$$

$$b_1 = 0.4 \cdot 0.4 + 0.2 \cdot 0.2 + 0.3 \cdot 0.4 = 0.32$$

$$b_2 = 0.4 \cdot 0.4 + 0.2 \cdot 0.4 + 0.1 \cdot 0.2 = 0.26$$

$$b_3 = 0.3 \cdot 1.0 = 0.3$$

$$b_4 = 0.4 \cdot 0.3 + 0.1 \cdot 0.7 = 0.19$$

$$b_5 = 0.4 \cdot 0.4 + 0.2 \cdot 0.2 + 0.3 \cdot 0.1 + 0.1 \cdot 0.3 = 0.26$$

Произведём нормирование:

$$b_{n1} = 0.32 / 1.33 = 0.24$$

$$b_{n2} = 0.26 / 1.33 = 0.2$$

$$b_{n3} = 0.3 / 1.33 = 0.22$$

$$b_{n4} = 0.19 / 1.33 = 0.14$$

$$b_{n5} = 0.26 / 1.33 = 0.2$$

Определим относительные веса третьего уровня:

$$c_i = \sum_{j=1}^{n_b} p_{ji} b_j$$

$$c_1 = 0.24 \cdot 0.4 + 0.22 \cdot 0.2 + 0.14 \cdot 0.4 = 0.196$$

$$c_2 = 0.2 \cdot 0.4 + 0.22 \cdot 0.2 + 0.14 \cdot 0.3 + 0.2 \cdot 0.1 = 0.186$$

$$c_3 = 0.24 \cdot 0.5 + 0.14 \cdot 0.1 + 0.2 \cdot 0.4 = 0.214$$

$$c_4 = 0.24 \cdot 0.2 + 0.2 \cdot 0.7 + 0.22 \cdot 0.1 = 0.21$$

$$\sum_{j=1}^5 b_j = 0.32 + 0.26 + 0.3 + 0.19 + 0.26 = 1.33$$

$$\sum_{j=1}^4 c_j = 0.196 + 0.186 + 0.214 + 0.21 = 0.806$$

Произведём нормирование:

$$C_{n1} = 0.196 / 0.806 = 0.243$$

$$C_{n2} = 0.186 / 0.806 = 0.231$$

$$C_{n3} = 0.214 / 0.806 = 0.266$$

$$C_{n4} = 0.21 / 0.806 = 0.26$$

Определим относительные веса четвёртого уровня:

$$d_i = \sum_{j=1}^3 P_{ij} C_{nj}$$

$$d_1 = 0.231 \cdot 0.3 + 0.26 \cdot 0.7 = 0.2513$$

$$d_2 = 0.243 \cdot 0.6 + 0.231 \cdot 0.3 + 0.266 \cdot 0.1 = 0.2417$$

$$d_3 = 0.243 \cdot 0.1 + 0.231 \cdot 0.2 + 0.266 \cdot 0.3 + 0.26 \cdot 0.4 = 0.2543$$

$$\sum_{i=1}^3 d_i = 0.2513 + 0.2417 + 0.2543 = 0.7473$$

Произведём нормирование:

$$d_{n1} = 0.2513 / 0.7473 = 0.3363$$

$$d_{n2} = 0.2417 / 0.7473 = 0.3234$$

$$d_{n3} = 0.2543 / 0.7473 = 0.3403$$

\Rightarrow наибольшее влияние на проектирование системы оказывает фактор d_3

Программный код:

```
module SolvingMatrix where
import Data.List (elemIndex)
```

```
type Row = [Double]
```

```
type Matrix = [Row]
```

```
type Task = (Row, [Matrix])
```

```
multiply :: Row -> Row -> Row
```

```
multiply = zipWith (*)
```

normalize :: Row \rightarrow Row

normalize row = map (/ sum row) row

calcLevel :: Row \rightarrow Matrix \rightarrow Row

calcLevel row matrix = normalize level

where level = map (sum . multiply row) matrix

calcInfluence :: Task \rightarrow (Maybe Int, Double)

calcInfluence (start, matrix) = (index, most)

where row = foldl calcLevel start matrix

most = maximum row

index = (+1) <\$> elemIndex most row

main :: IO ()

main = print \$ calcInfluence input

input \leftarrow это входные данные

Результат: (Just 3, 0.3392142)