

Contemporary Data Processing Technology (CCOD)

Lab 10 (November 04, 2016)

Chekun Roman, AS-36

Cluster Russian alphabets

Russian alphabet (33) : I = { А, Б, В, Г, Д, Е, Ё, Ж, З, И, Й, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Х, Ц, Ч, Ш, Щ, Ъ, Ы, Ь, Э, Ю, Я }

My assessment of similarity matrix of letters

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я
1	А	1	0,1	0,2	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
2	Б	0,1	1	0,9	0,4	0,2	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,6	0,9	0,1	0,1	0,1
3	В	0,2	0,9	1	0,3	0,1	0,7	0,5	0,1	0,5	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	0,4	0,8	0,1	0,1	0,1
4	Г	0,1	0,4	0,3	1	0,2	0,6	0,5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
5	Д	0,7	0,2	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
6	Е	0,1	0,6	0,7	0,6	0,1	1	0,9	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	
7	Ё	0,1	0,4	0,5	0,5	0,1	0,9	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	
8	Ж	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
9	З	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2	
10	И	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,9	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	
11	Й	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	К	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,2	0,1	1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
13	Л	0,4	0,1	0,2	0,2	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	1	0,1	0,3	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	
14	М	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	
15	Н	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
16	О	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	0,8	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,8	0,1
17	П	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,7	0,1	0,7	0,2	1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	
18	Р	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
19	С	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
20	Т	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
21	У	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
22	Ф	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
23	Х	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
24	Ц	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,3	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
25	Ч	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	
26	Ш	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	1	0,9	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1		
27	Щ	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,9	1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
28	Ъ	0,1	0,7	0,6	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,6	0,9	0,1	0,1	0,1	
29	Ы	0,1	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,6	1	0,8	0,1	0,1	
30	Ь	0,1	0,9	0,8	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,8	1	0,1	0,1	
31	Э	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	
32	Ю	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	
33	Я	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	

Multiply matrix by itself as long as all values not stop change.

Step 0: I={ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33}, C={ }

Step 1: After this operation, values below $\alpha = 0.55$ and main diagonal are replaced by 0. **Set $a_{ij} = 0$ for all $a_{ij} < \alpha$ and $i = j$.**

The resulting matrix after these actions

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я		
1	А	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	Б	0	0	0,9	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0,9	0	0	0		
3	В	0	0,9	0	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0,9	0	0	0		
4	Г	0	0,6	0,6	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0	0	0		
5	Д	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	Е	0	0,7	0,7	0,6	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0	0	0		
7	Ё	0	0,7	0,7	0,6	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0	0	0		
8	Ж	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	З	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0		
10	И	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	Й	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	К	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13	Л	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0		
14	М	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15	Н	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	О	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0		
17	П	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	Р	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
19	С	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	
20	Т	0	0,6	0,6	0,8	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0	0	0	
21	У	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	Ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	Х	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	Ц	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	Ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Ш	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	
27	Щ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	Ъ	0	0,9	0,9	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,9	0	0	0	
29	Ы	0	0,8	0,8	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0,8	0	0	0	0	
30	Ь	0	0,9	0,9	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0	0	0	0	
31	Э	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	Ю	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	Я	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

1 cluster

Step 2-4: Next, we find the **maximum value** in the matrix. If there are several, select any one of them. $a_{2,3} = a_{3,2} = 0,9 = \text{Б, В}$. Add the letters Б, В in our new cluster $C_1 = \{ \text{Б, В} \}$.

Choose $u \in I - C$ such that

$$\sum_{i \in C} a_{iu} = \max_{j \in I - C} \left\{ \sum_{i \in C} a_{ij} \mid a_{ij} \neq 0 \right\}$$

When a tie, select one such u at random.

WHILE such a u exists, put u into $C = \{s, t, u\}$ and REPEAT

max sum: $a_{2,28} + a_{3,28} = 0,9 + 0,9 = 1,8 = \text{Ъ} \Rightarrow \mathbf{c_1} = \{ \text{Б, В, Ъ} \}.$

max sum: $a_{2,30} + a_{3,30} + a_{28,30} = 0,9 + 0,9 + 0,9 = 2,7 = \text{Ь} \Rightarrow$

$\mathbf{c_1} = \{ \text{Б, В, Ъ, Ь} \}.$

max sum: $a_{2,29} + a_{3,39} + a_{28,29} + a_{30,29} = 0,8 + 0,8 + 0,8 + 0,8 = 3,2 = \text{Ы} \Rightarrow \mathbf{c_1} = \{ \text{Б, В, Ъ, Ь, Ы} \}.$

max sum: $a_{2,6} + a_{3,6} + a_{28,6} + a_{29,6} + a_{30,6} = 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,7 = 3,5 = \text{Е} \Rightarrow \mathbf{c_1} = \{ \text{Б, В, Ъ, Ь, Ы, Е} \}.$

max sum: $a_{2,7} + a_{3,7} + a_{6,7} + a_{28,7} + a_{29,7} + a_{30,7} = 0,7 + 0,7 + 0,9 + 0,7 + 0,7 + 0,7 = 4,4 = \text{Ё} \Rightarrow \mathbf{c_1} = \{ \text{Б, В, Ъ, Ь, Ы, Е, Ё} \}.$

max sum: $a_{2,4} + a_{3,4} + a_{6,4} + a_{7,4} + a_{28,4} + a_{29,4} + a_{30,4} = 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,6 = 4,2 = \text{Г} \Rightarrow \mathbf{c_1} = \{ \text{Б, В, Ъ, Ь, Ы, Е, Ё, Г} \}.$

max sum: $a_{2,20} + a_{3,20} + a_{4,20} + a_{6,20} + a_{7,20} + a_{28,20} + a_{29,20} + a_{30,20} = 0,6 + 0,6 + 0,8 + 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,6 + 0,6 = 5 = \text{Т} \Rightarrow \mathbf{c_1} = \{ \text{Б, В, Ъ, Ь, Ы, Е, Ё, Г, Т} \}.$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	
1	А	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	Б	0	0	0,9	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0,9	0	0	0	
3	В	0	0,9	0	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0,9	0	0	0	
4	Г	0	0,6	0,6	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0	0	0	
5	Д	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	Е	0	0,7	0,7	0,6	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0	0	0	
7	Ё	0	0,7	0,7	0,6	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0	0	0	
8	Ж	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	З	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	
10	И	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Й	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	К	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Л	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	М	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	Н	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	О	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	
17	П	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	
18	Р	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	С	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	
20	Т	0	0,6	0,6	0,8	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0	0
21	У	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	Ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	Х	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	Ц	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	
25	Ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	Ш	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,9	0	0	0	0	0	0	
27	Щ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,9	0	0	0	0	0	0	
28	Ъ	0	0,9	0,9	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,9	0	0	0	
29	Ы	0	0,8	0,8	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0,8	0,8	0	0	0	
30	Ь	0	0,9	0,9	0,6	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0	0	0	0	
31	Э	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	Ю	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	Я	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

$\mathbf{c_1} = \{ 2, 3, 4, 6, 7, 20, 28, 29, 30 \} = \{ \text{Б, В, Ъ, Ь, Ы, Е, Ё, Г, Т} \}.$

Step 5: $I = I - c_1 = \{1, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33\}$

2 cluster

Step 2-4:

maximum value = $a_{10,11} = a_{11,10} = 0,9 = \text{И, Ё} \Rightarrow c_2 = \{ \text{И, Ё} \}$

		1	5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	31	32	33
		А	Д	Ж	З	И	Ё	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Э	Ю	Я
1	А	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Д	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Ж	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	З	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0
10	И	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Ё	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	К	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Л	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0
14	М	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Н	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0
16	О	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0
17	П	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0
18	Р	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	С	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0
21	У	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Х	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Ц	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0
25	Ч	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Ш	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,9	0	0	0
27	Щ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,9	0	0	0	0
31	Э	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Ю	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Я	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$c_2 = \{ 10, 11 \} = \{ \text{И, Ё} \}$$

Step 5: $I = I - c_2 = \{ 1, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33 \}$

3 cluster

Step 2-4:

maximum value = $a_{26,27} = a_{27,26} = 0,9 = \text{Ш, Ш} \Rightarrow C_3 = \{ \text{Ш, Ш} \}$

max sum: $a_{26,27} + a_{27,26} = 0,6 + 0,6 = 1,2 = \text{Ц} \Rightarrow C_3 = \{ \text{Ш, Ш, Ц} \}$

	1	5	8	9	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	31	32	33
	А	Д	Ж	З	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Э	Ю	Я
1	А	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Д	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Ж	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	З	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0
12	К	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Л	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0
14	М	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Н	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0
16	О	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0
17	П	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0
18	Р	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	С	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0
21	У	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Ф	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Х	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Ц	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0
25	Ч	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Ш	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0,9	0	0	0
27	Щ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,9	0	0	0	0
31	Э	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	Ю	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Я	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$C_3 = \{ 24, 26, 27 \} = \{ \text{Ш, Ш, Ц} \}$$

Step 5: $I = I - C_3 = \{ 1, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 31, 32, 33 \}$

4 cluster

Step 2-4:

maximum value = $a_{9,31} = a_{31,9} = 0,8 = \text{Э, З} \Rightarrow C_4 = \{ \text{Э, З} \}$

$$C_5 = \{ 16, 19, 32 \} = \{ O, C, Ю \}$$

Step 5: $I = I - C_5 = \{ 1, 5, 8, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 33 \}$

6 cluster

Step 2-4:

maximum value = $a_{1,5} = a_{5,1} = 0,7 = A, Д \Rightarrow C_6 = \{ A, Д \}$

		1	5	8	12	13	14	15	17	18	21	22	23	25	33
		<i>A</i>	<i>Д</i>	<i>Ж</i>	<i>К</i>	<i>Л</i>	<i>М</i>	<i>Н</i>	<i>П</i>	<i>Р</i>	<i>У</i>	<i>Ф</i>	<i>Х</i>	<i>Ц</i>	<i>Я</i>
1	<i>A</i>	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	<i>Д</i>	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Ж</i>	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>К</i>	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Л</i>	0	0	0	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0,6	0
14	<i>М</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Н</i>	0	0	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0,6	0
17	<i>П</i>	0	0	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0,6	0
18	<i>Р</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>У</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	<i>Ф</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Х</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	<i>Ц</i>	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0
33	<i>Я</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$C_6 = \{ 1, 5 \} = \{ A, Д \}$$

Step 5: $I = I - C_6 = \{ 8, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 33 \}$

7 cluster

Step 2-4:

maximum value = $a_{13,17} = a_{17,13} = 0,7 = Л, П \Rightarrow C_7 = \{ Л, П \}$

$$\max \text{ sum: } a_{13,15} + a_{17,15} = 0,7 + 0,7 = 1,4 = \mathbf{H} \Rightarrow \mathbf{C_7} = \{ \mathbf{Л, П, H} \}$$

$$\max \text{ sum: } a_{13,25} + a_{15,25} + a_{17,15} = 0,6 + 0,6 + 0,6 = 1,8 = \mathbf{Ч} \Rightarrow \mathbf{C_7} = \{ \mathbf{Л, П, H, Ч} \}$$

		8	12	13	14	15	17	18	21	22	23	25	33
		<i>Ж</i>	<i>К</i>	<i>Л</i>	<i>М</i>	<i>Н</i>	<i>П</i>	<i>Р</i>	<i>У</i>	<i>Ф</i>	<i>Х</i>	<i>Ч</i>	<i>Я</i>
8	<i>Ж</i>	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>К</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Л</i>	0	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0	0	0,6	0
14	<i>М</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Н</i>	0	0	0,7	0	0	0,7	0	0	0	0	0,6	0
17	<i>П</i>	0	0	0,7	0	0,7	0	0	0	0	0	0,6	0
18	<i>Р</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>У</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	<i>Ф</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Х</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	<i>Ч</i>	0	0	0,6	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0
33	<i>Я</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$\mathbf{C_7} = \{ 13, 15, 17, 25 \} = \{ \mathbf{Л, П, H, Ч} \}$$

$$\text{Step 5: } \mathbf{I} = \mathbf{I} - \mathbf{C_7} = \{ 8, 12, 14, 18, 21, 22, 23, 33 \}$$

8 cluster

Step 2-4:

$$\text{maximum value} = a_{8,12} = a_{12,8} = 0,7 = \mathbf{Ж, К} \Rightarrow \mathbf{C_8} = \{ \mathbf{Ж, К} \}$$

		8	12	14	18	21	22	23	33
		<i>Ж</i>	<i>К</i>	<i>М</i>	<i>Р</i>	<i>У</i>	<i>Ф</i>	<i>Х</i>	<i>Я</i>
8	<i>Ж</i>	0	0,6	0	0	0	0	0	0
12	<i>К</i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0
14	<i>М</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Р</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>У</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
22	<i>Ф</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Х</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
33	<i>Я</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

$$\mathbf{C_8} = \{ 8, 12 \} = \{ \mathbf{Ж, К} \}$$

Step 5: $I = I - c_8 = \{ 14, 18, 21, 22, 23, 33 \}$

Separated clusters

Now $a_{14} = a_{18} = a_{21} = a_{22} = a_{23} = a_{33} = 0$. Then $\{14\}$, $\{18\}$, $\{21\}$, $\{22\}$, $\{23\}$, and $\{33\}$ are three separated clusters.

		14	18	21	22	23	33
		<i>M</i>	<i>P</i>	<i>Y</i>	Φ	<i>X</i>	<i>Я</i>
14	<i>M</i>	0	0	0	0	0	0
18	<i>P</i>	0	0	0	0	0	0
21	<i>Y</i>	0	0	0	0	0	0
22	Φ	0	0	0	0	0	0
23	<i>X</i>	0	0	0	0	0	0
33	<i>Я</i>	0	0	0	0	0	0

$$c_9 = \{ M \}, c_{10} = \{ P \}, c_{11} = \{ Y \}, c_{12} = \{ \Phi \},$$

$$c_{13} = \{ X \}, c_{14} = \{ Я \}$$

In this way, when $\alpha = 0.55$, we have 14 clusters:

$$c_1 = \{ Б, В, Ъ, Ь, Ы, Е, Ё, Г, Т \};$$

$$c_2 = \{ И, Ы \};$$

$$c_3 = \{ Ш, Щ, Ц \};$$

$$c_4 = \{ Э, З \};$$

$$c_5 = \{ О, С, Ю \};$$

$$c_6 = \{ А, Д \};$$

$$c_7 = \{ Л, П, Н, Ч \};$$

$$c_8 = \{ Ж, К \};$$

$$c_9 = \{ M \},$$

$$c_{10} = \{ P \},$$

$$c_{11} = \{ Y \},$$

$$c_{12} = \{ \Phi \},$$

$$c_{13} = \{ X \},$$

$$c_{14} = \{ Я \}$$