

Lab 10 (November 4, 2016)

Fedorov Danil, AS-36

We have 33 cyril letters: $I = \{A, Б, В, Г, Д, Е, Ё, Ж, З, И, Й, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т, У, Ф, Ц, Х, Ч, Ш, Щ, Ы, Ь, Ъ, Ы, Э, Ю, Я\}$.

	А	Б	В	Г	Д	Е	Ё	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Ц	Х	Ч	Ш	Щ	Ы	Ь	Ъ	Ы	Э	Ю	Я
А	1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Б	0.1	1	0.5	0.2	0.2	0.2	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
В	0.1	0.5	1	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	0.1	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
Г	0.1	0.2	0.1	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	0.1	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
Д	0.7	0.2	0.1	0.1	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	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
Е	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	1	0.8	0.1	0.1	0.1	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ё	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.8	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ж	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	0.1	0.1	0.1	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	0.1
З	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	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
И	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1	0.7	0.1	0.1	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Й	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	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	0.1	0.1
К	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	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	0.1	0.1
Л	0.4	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1	0.1	0.1	0.1	0.8	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
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	0.1	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
Н	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	0.1	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
О	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	0.1	0.1	1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
П	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0.2	0.1	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Р	0.1	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	0.1	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
С	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	0.4	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
Т	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	0.1	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
У	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	0.1	0.1	0.1	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	0.1
Ф	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	0.3	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	0.3	0.1	0.1
Ц	0.1	0.1	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	0.1	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
Х	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	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	0.2
Ч	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	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
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	0.1	0.1	0.1	1	0.9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
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	0.1	0.1	0.1	0.9	1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ы	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	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
Ь	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ъ	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Ы	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	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Э	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	0.8	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	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	1	0.1	0.1
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	0.1	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
Я	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	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1

After modifying this matrix and replacing all values less than 0.25 and main diagonal by 0 we get such matrix:

		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	Ц	Х	Ч	Ш	Щ	Ы	Ь	Ъ	Ы	Э	Ю	Я
1	А	0	0	0	0	0.7	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.4	0	0	0.3	0.4	0	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	
2	Б	0	0	0.5	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	
3	В	0	0.5	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	
4	Г	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Д	0.7	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.4	0	0	0.3	0.4	0	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	
6	Е	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	0	
7	Ё	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	0	0	
8	Ж	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	
9	З	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.4	0	0.8	0.7	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0	0.8	0	0	
10	И	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.4	0.8	0	0.7	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	
11	Й	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.4	0.7	0.7	0	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	
12	К	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	
13	Л	0.4	0	0	0	0.4	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0	0.3	0.8	0	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	О	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0.4	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	
17	П	0.4	0	0	0	0.4	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0.3	0	0	0.3	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	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	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0.4	0.3	0	0	0	0	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	
20	Т	0	0	0	0.3	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	
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	0.4	0	0	0	0	0	0	0	
22	Ф	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.3	0	0	
23	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	
24	Х	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	
25	Ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	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	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	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0	
28	Ы	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	0.4	0.4	0	0	
29	Ь	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	0.4	0	0.9	0	0	0	
30	Ъ	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	0.4	0.9	0	0	0	0	
31	Э	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0.4	0.8	0.8	0.7	0	0.3	0	0	0.3	0.3	0	0.3	0	0	0.3	0	0.4	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	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	0	

1-st cluster

Step 1:

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

Step 2-4:

find maximum value: $26,27 = 0.9$, put index to $C = \{ \}$: $C = \{26, 27\}$

$C1 = \{26, 27\} \Rightarrow \text{Ш, Щ.}$

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

2-st cluster

Step 1:

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

Step 2-4:

find maximum value: $29,30 = 0.9$, put index to $C = \{ \}$: $C = \{29, 30\}$

$C1 = \{29, 30\} \Rightarrow \text{Ъ, Ъ.}$

Step 5: $I = I - C = \{1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 31, 32, 33\}$

3-st cluster

Step 1:

$I = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,28,31,32,33\}$, $C = \{ \}$

Step 2-4:

find maximum value: $9,10 = 0.8$, put index to $C = \{ \}$: $C = \{9, 10\}$, find index of the columns, where sum is maximum:

$\text{Max}_{31} = 1.6$

$\text{Max}_{11} = 2.1$

$\text{Max}_8 = \text{Max}_{24} = 1.6$

$\text{Max}_2 = \text{Max}_5 = \text{Max}_{13} = \text{Max}_{16} = \text{Max}_{17} = \text{Max}_{19} = \text{Max}_{22} = 1.6$

$C2 = \{9, 10, 31, 11, 8, 24, 2, 5, 13, 16, 17, 19, 22\} \Rightarrow \text{З, И, Э, Ё, Ж, Х, Б, Д, Л, О, П, Р, С, Ф.}$

Step 5: $I = I - C = \{1, 3, 4, 6, 7, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 25, 32, 33\}$

4-st cluster

Step 1:

$I = \{1, 3, 4, 6, 7, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 25, 32, 33\}$, $C = \{ \}$

Step 2-4:

find maximum value: $6,7 = 0.8$, put index to $C = \{ \}$: $C = \{6, 7\}$

$C3 = \{6, 7\} \Rightarrow \text{Е, Ё.}$

Step 5: $I = I - C = \{1, 3, 4, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 25, 32, 33\}$

5-st cluster

Step 1:

$I = \{1, 3, 4, 12, 14, 15, 18, 20, 21, 23, 25, 32, 33\}$, $C = \{ \}$

Step 2-4:

find maximum value: $21,25 = 0.4$, put index to $C = \{ \}$: $C = \{21, 25\}$

$C4 = \{21, 25\} \Rightarrow \text{У, Ч.}$

Step 5: $I = I - C = \{1, 3, 4, 12, 14, 15, 18, 20, 23, 25, 32, 33\}$

6-st cluster

Step 1:

$I = \{1, 3, 4, 12, 14, 15, 18, 20, 23, 25, 32, 33\}, C = \{ \}$

Step 2-4:

find maximum value: $4, 20 = 0.3$, put index to $C = \{ \}$: $C = \{4, 20\}$

$C5 = \{4, 20\} \Rightarrow \Gamma, T.$

Step 5: $I = I - C = \{1, 3, 12, 14, 15, 18, 23, 25, 32, 33\}$

Only zeros remain, so we divide other letters in separate clusters.

$C7 = \{A\}$

$C8 = \{B\}$

$C9 = \{K\}$

$C10 = \{M\}$

$C11 = \{H\}$

$C12 = \{P\}$

$C13 = \{Ц\}$

$C14 = \{Ю\}$

$C15 = \{Я\}$

So we have final cluster: $C = \{$

$\{Ш, Щ\}$

$\{Ъ, Ъ\}$

$\{З, И, Э, Й, Ж, Х, Б, Д, Л, О, П, Р, С, Ф\}$

$\{Е, Ё\}$

$\{У, Ч\}$

$\{Г, Т\}$

$\{А\}$

$\{В\}$

$\{К\}$

$\{М\}$

$\{Н\}$

$\{Р\}$

$\{Ц\}$

$\{Ю\}$

$\{Я\}$