

**Міністерство освіти і науки України Національний  
технічний університет України "Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського"**

**Фізико-технічний інститут**

**КРИПТОГРАФІЯ**

**КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1**

**Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела  
відкритого тексту**

**Виконали: студенти групи ФБ-12**

**Куцаєнко Дмитро та Федірко Ярослав**

## Мета роботи

Засвоєння понять ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчення та порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набуття практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела.

## Порядок виконання роботи

0. Уважно прочитати методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму.
1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку  $H_1$  та  $H_2$  за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення  $H_1$  та  $H_2$  на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення  $H_1$  та  $H_2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.
2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$ .
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

## Хід роботи

Таблиці частот букв з пробілом

(відсортовані за спаданням):

: 0.1415
о: 0.0913
е: 0.0771
и: 0.0710
а: 0.0653
н: 0.0637
т: 0.0592
с: 0.0531
р: 0.0434
в: 0.0359
л: 0.0347
м: 0.0266
д: 0.0259
к: 0.0248
п: 0.0193
у: 0.0177

ь: 0.0167
б: 0.0156
я: 0.0153
з: 0.0148
г: 0.0125
ч: 0.0115
й: 0.0109
б: 0.0097
х: 0.0095
ю: 0.0064
ц: 0.0063
ж: 0.0061
ш: 0.0049
э: 0.0040
щ: 0.0030
ф: 0.0024

Таблиці частот букв без пробіла

(відсортовані за спаданням):

о: 0.1047
е: 0.0884
и: 0.0814
а: 0.0748
н: 0.0730
т: 0.0679
с: 0.0609
р: 0.0498
в: 0.0412
л: 0.0398
м: 0.0305
д: 0.0297
к: 0.0285
п: 0.0221
у: 0.0203
ы: 0.0191

ь: 0.0179
я: 0.0175
з: 0.0169
г: 0.0143
ч: 0.0131
й: 0.0125
б: 0.0111
х: 0.0109
ю: 0.0074
ц: 0.0072
ж: 0.0070
ш: 0.0056
э: 0.0046
щ: 0.0034
ф: 0.0028

Матриця частот біграм з перетинами:

	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						
	0.0003	0.0012	0.0040	0.0132	0.0017	0.0083	0.0043	0.0000	0.0012	0.0016	0.0092	0.0000	0.0057
	0.0019	0.0038	0.0127	0.0134	0.0125	0.0064	0.0160	0.0094	0.0033	0.0007	0.0009	0.0005	0.0042
	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0000	0.0003					
а	0.0153	0.0000	0.0005	0.0023	0.0002	0.0017	0.0019	0.0000	0.0019	0.0036	0.0002	0.0003	0.0031
	0.0069	0.0014	0.0064	0.0000	0.0003	0.0026	0.0059	0.0036	0.0000	0.0000	0.0014	0.0021	0.0012
	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0005					
б	0.0002	0.0003	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
	0.0005	0.0002	0.0002	0.0024	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000
	0.0002	0.0009	0.0000	0.0012	0.0002	0.0000	0.0000	0.0003					

В 0.0076 0.0064 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0040 0.0000 0.0000 0.0003 0.0043 0.0000 0.0000  
0.0014 0.0003 0.0016 0.0040 0.0002 0.0009 0.0012 0.0002 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0009 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007

Г 0.0003 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0002  
0.0003 0.0000 0.0000 0.0050 0.0000 0.0021 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Д 0.0007 0.0045 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0045 0.0000 0.0000 0.0000 0.0031 0.0000 0.0002  
0.0010 0.0000 0.0033 0.0028 0.0002 0.0003 0.0009 0.0000 0.0024 0.0000 0.0000 0.0005 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0009 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002

Е 0.0207 0.0000 0.0007 0.0012 0.0016 0.0019 0.0033 0.0000 0.0010 0.0017 0.0000 0.0026 0.0017  
0.0050 0.0036 0.0111 0.0003 0.0005 0.0036 0.0063 0.0054 0.0000 0.0002 0.0010 0.0009 0.0007  
0.0003 0.0005 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0007

Ё 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Ж 0.0000 0.0005 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0019 0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

З 0.0010 0.0028 0.0002 0.0024 0.0003 0.0009 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000  
0.0009 0.0024 0.0012 0.0003 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003

И 0.0174 0.0007 0.0002 0.0019 0.0005 0.0010 0.0033 0.0000 0.0000 0.0049 0.0040 0.0017 0.0031  
0.0031 0.0023 0.0033 0.0005 0.0012 0.0017 0.0043 0.0043 0.0000 0.0003 0.0024 0.0007 0.0028  
0.0003 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0035

Й 0.0094 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0002 0.0002 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

К 0.0017 0.0047 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0035 0.0000 0.0000  
0.0007 0.0000 0.0009 0.0080 0.0000 0.0017 0.0003 0.0019 0.0003 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Л 0.0012 0.0064 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0080 0.0000 0.0000 0.0000 0.0059 0.0000 0.0002  
0.0003 0.0000 0.0003 0.0036 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0005 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0042 0.0000 0.0010 0.0023

М 0.0085 0.0042 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0036 0.0000 0.0000 0.0000 0.0031 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0002 0.0010 0.0024 0.0009 0.0000 0.0002 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002

Н 0.0010 0.0102 0.0000 0.0000 0.0012 0.0010 0.0092 0.0000 0.0000 0.0000 0.0096 0.0000 0.0009  
0.0000 0.0000 0.0045 0.0149 0.0000 0.0000 0.0002 0.0002 0.0005 0.0010 0.0000 0.0003 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0071 0.0012 0.0000 0.0000 0.0005

о 0.0153 0.0002 0.0036 0.0083 0.0050 0.0073 0.0014 0.0000 0.0009 0.0017 0.0010 0.0043 0.0012  
0.0043 0.0061 0.0059 0.0000 0.0003 0.0052 0.0068 0.0071 0.0000 0.0002 0.0009 0.0009 0.0014  
0.0007 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0007

п 0.0002 0.0005 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0019 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0002  
0.0009 0.0000 0.0003 0.0078 0.0002 0.0059 0.0000 0.0002 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0005 0.0000 0.0000 0.0000

р 0.0002 0.0116 0.0000 0.0005 0.0007 0.0000 0.0054 0.0000 0.0002 0.0000 0.0076 0.0000 0.0000  
0.0002 0.0009 0.0007 0.0089 0.0002 0.0000 0.0005 0.0007 0.0026 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0021 0.0002 0.0000 0.0000 0.0003

с 0.0019 0.0010 0.0000 0.0014 0.0000 0.0003 0.0028 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0047  
0.0040 0.0010 0.0012 0.0031 0.0023 0.0000 0.0019 0.0177 0.0003 0.0000 0.0002 0.0000 0.0003  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0038 0.0000 0.0000 0.0042

т 0.0052 0.0033 0.0000 0.0028 0.0000 0.0003 0.0057 0.0000 0.0000 0.0000 0.0076 0.0000 0.0009  
0.0002 0.0000 0.0017 0.0096 0.0000 0.0075 0.0031 0.0000 0.0043 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0052 0.0000 0.0000 0.0003

у 0.0017 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0010 0.0003 0.0000 0.0009 0.0002 0.0000 0.0000 0.0007  
0.0007 0.0009 0.0009 0.0000 0.0005 0.0045 0.0016 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0005  
0.0007 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000

ф 0.0000 0.0005 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000  
0.0002 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

х 0.0056 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0005 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0002 0.0026 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ц 0.0005 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0036 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ч 0.0000 0.0026 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0047 0.0000 0.0000 0.0000 0.0009 0.0000 0.0000  
0.0002 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ш 0.0002 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0017 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000  
0.0007 0.0000 0.0005 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000

щ 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0009 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ъ 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Ы 0.0045 0.0000 0.0000 0.0005 0.0000 0.0002 0.0026 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0002  
 0.0007 0.0021 0.0002 0.0000 0.0000 0.0003 0.0010 0.0007 0.0000 0.0000 0.0017 0.0000 0.0000  
 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Ь 0.0087 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0002  
 0.0000 0.0005 0.0023 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0002

Э 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0017  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0021 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Ю 0.0033 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002  
 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Я 0.0089 0.0000 0.0000 0.0003 0.0002 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0005 0.0000 0.0003 0.0000  
 0.0005 0.0009 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0014 0.0000 0.0000 0.0005 0.0002 0.0002  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000

Матриця частот біграм з перетинами без пробілів:

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						

а 0.0002 0.0008 0.0047 0.0006 0.0032 0.0024 0.0000 0.0024 0.0044 0.0014 0.0004 0.0042 0.0083  
 0.0020 0.0089 0.0024 0.0020 0.0034 0.0095 0.0049 0.0010 0.0002 0.0016 0.0024 0.0016 0.0006  
 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0006

б 0.0004 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0024 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0006  
 0.0002 0.0002 0.0028 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0002  
 0.0010 0.0000 0.0014 0.0002 0.0000 0.0000 0.0004

в 0.0075 0.0008 0.0051 0.0000 0.0002 0.0018 0.0004 0.0006 0.0002 0.0004 0.0047 0.0000 0.0000  
 0.0006 0.0028 0.0057 0.0006 0.0014 0.0028 0.0006 0.0008 0.0000 0.0000 0.0002 0.0004 0.0010  
 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0008 0.0000 0.0008

г 0.0018 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0002 0.0004  
 0.0000 0.0000 0.0059 0.0000 0.0024 0.0002 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

д 0.0053 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0055 0.0000 0.0000 0.0000 0.0036 0.0000 0.0002 0.0012  
 0.0000 0.0040 0.0032 0.0002 0.0004 0.0012 0.0000 0.0028 0.0000 0.0000 0.0006 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0002 0.0000 0.0002

е 0.0002 0.0022 0.0030 0.0020 0.0036 0.0047 0.0000 0.0014 0.0020 0.0018 0.0030 0.0028 0.0059  
 0.0053 0.0148 0.0022 0.0028 0.0053 0.0105 0.0083 0.0008 0.0002 0.0012 0.0012 0.0018 0.0004  
 0.0006 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0004 0.0008

ё 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ж 0.0006 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0022 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0014 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

з 0.0032 0.0002 0.0028 0.0004 0.0010 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0000 0.0012  
0.0028 0.0016 0.0008 0.0000 0.0004 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004

и 0.0010 0.0006 0.0053 0.0010 0.0024 0.0040 0.0000 0.0000 0.0059 0.0061 0.0020 0.0044 0.0038  
0.0032 0.0057 0.0008 0.0038 0.0032 0.0073 0.0071 0.0002 0.0006 0.0030 0.0008 0.0036 0.0004  
0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0006 0.0014 0.0040

й 0.0004 0.0006 0.0008 0.0002 0.0016 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0004 0.0004  
0.0000 0.0004 0.0006 0.0008 0.0010 0.0028 0.0006 0.0000 0.0002 0.0004 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002

к 0.0055 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0008 0.0000 0.0002 0.0000 0.0044 0.0000 0.0000 0.0008  
0.0000 0.0012 0.0095 0.0004 0.0020 0.0006 0.0026 0.0004 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

л 0.0077 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0095 0.0000 0.0000 0.0000 0.0073 0.0000 0.0004 0.0004  
0.0000 0.0004 0.0044 0.0000 0.0000 0.0002 0.0002 0.0006 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0004 0.0049 0.0000 0.0012 0.0026

м 0.0049 0.0002 0.0006 0.0000 0.0006 0.0047 0.0000 0.0004 0.0002 0.0040 0.0000 0.0008 0.0000  
0.0004 0.0024 0.0040 0.0014 0.0002 0.0012 0.0008 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0008 0.0000 0.0004

н 0.0119 0.0000 0.0000 0.0014 0.0012 0.0107 0.0000 0.0000 0.0000 0.0111 0.0000 0.0010 0.0000  
0.0002 0.0053 0.0176 0.0000 0.0000 0.0006 0.0004 0.0006 0.0012 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0083 0.0014 0.0002 0.0000 0.0006

о 0.0002 0.0049 0.0115 0.0059 0.0093 0.0022 0.0000 0.0012 0.0020 0.0022 0.0051 0.0020 0.0057  
0.0081 0.0089 0.0016 0.0022 0.0065 0.0093 0.0095 0.0004 0.0002 0.0012 0.0010 0.0028 0.0008  
0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0002 0.0008

п 0.0006 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0022 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0004 0.0010  
0.0000 0.0004 0.0091 0.0002 0.0069 0.0000 0.0002 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0002 0.0006 0.0000 0.0000 0.0000

р 0.0136 0.0000 0.0006 0.0008 0.0000 0.0063 0.0000 0.0002 0.0000 0.0089 0.0000 0.0000 0.0002  
0.0010 0.0008 0.0103 0.0002 0.0000 0.0008 0.0008 0.0030 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0024 0.0002 0.0000 0.0000 0.0004

с 0.0012 0.0000 0.0018 0.0000 0.0004 0.0032 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0057 0.0047  
0.0012 0.0018 0.0038 0.0034 0.0000 0.0022 0.0206 0.0004 0.0000 0.0002 0.0000 0.0006 0.0002  
0.0000 0.0000 0.0002 0.0044 0.0000 0.0000 0.0049



т 0.0038 0.0002 0.0042 0.0000 0.0006 0.0069 0.0000 0.0000 0.0002 0.0089 0.0000 0.0014 0.0002  
0.0002 0.0024 0.0117 0.0002 0.0093 0.0040 0.0004 0.0051 0.0000 0.0002 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0014 0.0061 0.0006 0.0000 0.0004

у 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0012 0.0004 0.0000 0.0010 0.0002 0.0000 0.0000 0.0008 0.0008  
0.0010 0.0012 0.0006 0.0010 0.0053 0.0018 0.0014 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0008 0.0008  
0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000

ф 0.0006 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0002  
0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

х 0.0008 0.0000 0.0000 0.0002 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0002 0.0042 0.0008 0.0006 0.0008 0.0002 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000

ц 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0000 0.0000 0.0042 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0002 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ч 0.0030 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0055 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0002  
0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0018 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ш 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0008  
0.0000 0.0006 0.0002 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000

щ 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0018 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ъ 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ы 0.0000 0.0002 0.0012 0.0000 0.0008 0.0030 0.0000 0.0000 0.0002 0.0002 0.0018 0.0004 0.0010  
0.0026 0.0004 0.0004 0.0002 0.0014 0.0014 0.0008 0.0002 0.0000 0.0020 0.0000 0.0002 0.0006  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000

ь 0.0000 0.0004 0.0012 0.0002 0.0004 0.0016 0.0000 0.0000 0.0004 0.0014 0.0000 0.0006 0.0002  
0.0008 0.0042 0.0006 0.0004 0.0000 0.0024 0.0006 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0018 0.0002

э 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0024 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ю 0.0000 0.0006 0.0002 0.0000 0.0004 0.0002 0.0000 0.0002 0.0000 0.0002 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0004 0.0012 0.0004 0.0002 0.0002 0.0020 0.0000 0.0000 0.0002 0.0000 0.0002 0.0000  
0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

я 0.0002 0.0000 0.0022 0.0002 0.0002 0.0004 0.0000 0.0000 0.0008 0.0012 0.0004 0.0004 0.0006  
 0.0012 0.0020 0.0010 0.0010 0.0002 0.0012 0.0026 0.0002 0.0000 0.0006 0.0002 0.0002 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0002 0.0000

Матриця частот біграм без перетинів:

	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					

0.0007 0.0007 0.0038 0.0156 0.0017 0.0076 0.0052 0.0000 0.0021 0.0010 0.0108 0.0000 0.0063  
 0.0014 0.0042 0.0125 0.0111 0.0153 0.0056 0.0118 0.0104 0.0038 0.0007 0.0007 0.0003 0.0035  
 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0052 0.0000 0.0003

а 0.0156 0.0000 0.0003 0.0024 0.0000 0.0017 0.0017 0.0000 0.0017 0.0038 0.0000 0.0000 0.0035  
 0.0066 0.0007 0.0049 0.0000 0.0003 0.0021 0.0063 0.0038 0.0000 0.0000 0.0014 0.0017 0.0017  
 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000

б 0.0000 0.0003 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0024 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000  
 0.0003 0.0003 0.0000 0.0017 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000  
 0.0003 0.0010 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

в 0.0056 0.0059 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0024 0.0000 0.0000 0.0003 0.0059 0.0000 0.0000  
 0.0014 0.0007 0.0017 0.0028 0.0000 0.0007 0.0017 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0010 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003

г 0.0003 0.0017 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0049 0.0000 0.0035 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

д 0.0003 0.0052 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0038 0.0000 0.0000 0.0000 0.0024 0.0000 0.0003  
 0.0010 0.0000 0.0042 0.0042 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0035 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

е 0.0222 0.0000 0.0014 0.0010 0.0017 0.0021 0.0021 0.0000 0.0017 0.0014 0.0000 0.0031 0.0017  
 0.0038 0.0035 0.0115 0.0000 0.0007 0.0042 0.0073 0.0052 0.0000 0.0003 0.0007 0.0007 0.0007  
 0.0003 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0014

ё 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ж 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

з 0.0014 0.0031 0.0003 0.0024 0.0003 0.0003 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000  
 0.0010 0.0021 0.0010 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007

и 0.0153 0.0010 0.0003 0.0017 0.0007 0.0007 0.0028 0.0000 0.0000 0.0049 0.0049 0.0014 0.0031  
0.0028 0.0017 0.0024 0.0007 0.0014 0.0021 0.0052 0.0042 0.0000 0.0003 0.0007 0.0010 0.0021  
0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0045

й 0.0083 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0003 0.0003 0.0000 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

к 0.0010 0.0038 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0049 0.0000 0.0000  
0.0007 0.0000 0.0010 0.0087 0.0000 0.0021 0.0003 0.0017 0.0007 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

л 0.0014 0.0066 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0073 0.0000 0.0000 0.0000 0.0059 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0003 0.0052 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0056 0.0000 0.0014 0.0021

м 0.0083 0.0049 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0038 0.0000 0.0000 0.0000 0.0045 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0003 0.0010 0.0017 0.0007 0.0000 0.0003 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003

н 0.0021 0.0128 0.0000 0.0000 0.0003 0.0010 0.0094 0.0000 0.0000 0.0000 0.0090 0.0000 0.0003  
0.0000 0.0000 0.0049 0.0160 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0007 0.0010 0.0000 0.0003 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0069 0.0017 0.0000 0.0000 0.0007

о 0.0139 0.0000 0.0038 0.0087 0.0056 0.0073 0.0014 0.0000 0.0014 0.0024 0.0010 0.0059 0.0021  
0.0052 0.0059 0.0052 0.0000 0.0003 0.0059 0.0045 0.0080 0.0000 0.0000 0.0003 0.0010 0.0017  
0.0007 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0010

п 0.0000 0.0010 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0017 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0010 0.0000 0.0000 0.0063 0.0003 0.0052 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000

р 0.0003 0.0122 0.0000 0.0007 0.0003 0.0000 0.0049 0.0000 0.0000 0.0000 0.0063 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0007 0.0007 0.0101 0.0003 0.0000 0.0007 0.0007 0.0021 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0021 0.0003 0.0000 0.0000 0.0003

с 0.0024 0.0014 0.0000 0.0021 0.0000 0.0000 0.0021 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0042  
0.0045 0.0014 0.0007 0.0028 0.0021 0.0000 0.0021 0.0205 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0035 0.0000 0.0000 0.0038

т 0.0052 0.0017 0.0000 0.0028 0.0000 0.0000 0.0069 0.0000 0.0000 0.0000 0.0083 0.0000 0.0003  
0.0000 0.0000 0.0014 0.0076 0.0000 0.0076 0.0031 0.0000 0.0042 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0014 0.0038 0.0000 0.0000 0.0003

у 0.0024 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0010 0.0007 0.0000 0.0010 0.0003 0.0000 0.0000 0.0007  
0.0003 0.0007 0.0007 0.0000 0.0007 0.0042 0.0017 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003  
0.0007 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000

ф 0.0000 0.0007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000  
0.0003 0.0000 0.0000 0.0007 0.0000 0.0003 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000



Матриця частот біграм без перетинів та без пробілів:

а	б	в	г	д	е	є	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						

а 0.0004 0.0012 0.0044 0.0004 0.0028 0.0028 0.0000 0.0016 0.0053 0.0016 0.0004 0.0040 0.0073  
0.0020 0.0081 0.0024 0.0028 0.0024 0.0109 0.0040 0.0004 0.0004 0.0012 0.0028 0.0024 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0008

б 0.0008 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0004 0.0000 0.0024 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004  
0.0012 0.0000 0.0016 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000

в 0.0105 0.0004 0.0008 0.0004 0.0004 0.0032 0.0000 0.0000 0.0000 0.0061 0.0000 0.0000 0.0020  
0.0012 0.0028 0.0044 0.0008 0.0020 0.0028 0.0008 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0008  
0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008

г 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0057 0.0000 0.0032 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

д 0.0057 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0036 0.0000 0.0000 0.0000 0.0049 0.0000 0.0004 0.0012  
0.0000 0.0028 0.0036 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0032 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000

е 0.0000 0.0036 0.0028 0.0016 0.0040 0.0036 0.0000 0.0012 0.0028 0.0028 0.0024 0.0024 0.0073  
0.0057 0.0146 0.0032 0.0016 0.0061 0.0093 0.0105 0.0016 0.0000 0.0024 0.0008 0.0028 0.0004  
0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0008 0.0008

є 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ж 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0024 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

з 0.0040 0.0004 0.0032 0.0000 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0000 0.0012  
0.0036 0.0016 0.0016 0.0000 0.0008 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

и 0.0008 0.0008 0.0057 0.0004 0.0016 0.0036 0.0000 0.0000 0.0024 0.0069 0.0016 0.0049 0.0032  
0.0028 0.0044 0.0004 0.0040 0.0032 0.0081 0.0049 0.0004 0.0004 0.0024 0.0008 0.0036 0.0008  
0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0012 0.0032

й 0.0004 0.0004 0.0012 0.0004 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0008 0.0000 0.0012 0.0008 0.0032 0.0004 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

к 0.0049 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0004 0.0000 0.0004 0.0000 0.0032 0.0000 0.0000 0.0012  
0.0000 0.0008 0.0089 0.0004 0.0016 0.0012 0.0024 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

л 0.0081 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0113 0.0000 0.0000 0.0000 0.0081 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0004 0.0044 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0004 0.0044 0.0000 0.0008 0.0028

м 0.0036 0.0004 0.0008 0.0000 0.0004 0.0044 0.0000 0.0004 0.0000 0.0032 0.0000 0.0008 0.0000  
0.0000 0.0024 0.0049 0.0012 0.0004 0.0004 0.0016 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

н 0.0109 0.0000 0.0000 0.0012 0.0020 0.0113 0.0000 0.0000 0.0000 0.0129 0.0000 0.0016 0.0000  
0.0004 0.0061 0.0186 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0004 0.0008 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0085 0.0016 0.0000 0.0000 0.0008

о 0.0004 0.0049 0.0105 0.0057 0.0089 0.0024 0.0000 0.0012 0.0024 0.0024 0.0061 0.0020 0.0053  
0.0097 0.0117 0.0016 0.0016 0.0061 0.0101 0.0089 0.0004 0.0004 0.0016 0.0008 0.0024 0.0004  
0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012

п 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0008 0.0012  
0.0000 0.0008 0.0081 0.0000 0.0069 0.0000 0.0004 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0004 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000

р 0.0133 0.0000 0.0004 0.0008 0.0000 0.0044 0.0000 0.0004 0.0000 0.0101 0.0000 0.0000 0.0004  
0.0016 0.0004 0.0085 0.0004 0.0000 0.0008 0.0004 0.0028 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008

с 0.0016 0.0000 0.0016 0.0000 0.0008 0.0028 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0065 0.0044  
0.0012 0.0016 0.0036 0.0040 0.0000 0.0024 0.0194 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0049 0.0000 0.0000 0.0049

т 0.0053 0.0000 0.0036 0.0000 0.0012 0.0073 0.0000 0.0000 0.0004 0.0081 0.0000 0.0016 0.0004  
0.0000 0.0012 0.0109 0.0004 0.0113 0.0040 0.0000 0.0057 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0016 0.0065 0.0004 0.0000 0.0000

у 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0016 0.0000 0.0000 0.0012 0.0004 0.0000 0.0000 0.0008 0.0008  
0.0000 0.0004 0.0008 0.0008 0.0049 0.0024 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0004  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000

ф 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0004  
0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

х 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0004 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0044 0.0008 0.0008 0.0004 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000

ц 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0044 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0004 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ч 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0057 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0004  
 0.0000 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ш 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0028 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0004  
 0.0000 0.0004 0.0004 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

щ 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0016 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ь 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ы 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0012 0.0020 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0020 0.0000 0.0012  
 0.0028 0.0000 0.0004 0.0004 0.0020 0.0016 0.0008 0.0000 0.0000 0.0024 0.0000 0.0004 0.0012  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0000

ь 0.0000 0.0008 0.0012 0.0004 0.0004 0.0012 0.0000 0.0000 0.0004 0.0020 0.0000 0.0012 0.0004  
 0.0008 0.0040 0.0000 0.0004 0.0000 0.0012 0.0008 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0004  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0020 0.0000

э 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0028 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0032 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

ю 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0008 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0008 0.0004 0.0000 0.0004 0.0024 0.0000 0.0000 0.0004 0.0000 0.0004 0.0000  
 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

я 0.0004 0.0000 0.0024 0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0012 0.0020 0.0008 0.0004 0.0000  
 0.0012 0.0020 0.0008 0.0004 0.0004 0.0012 0.0032 0.0004 0.0000 0.0008 0.0004 0.0000 0.0000  
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0008 0.0000 0.0000

Оцінка ентропії та надлишковості

	Ентропія	Надлишковість
H1(з пробілами)	4.384540821	0.1381675
H1(без пробілів)	4.469275896	0.114011358
H2(з перетинами)	3.915536062	0.230355841
H2(з перетинами, без пробілів)	4.020772984	0.202922514
H2(без перетинів)	3.881419484	0.237061851
H2(без перетинів, без пробілів)	3.974883236	0.212019691

Оцінки для  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$  (включно із відповідними скріншотами)

Для  $H(10)$

[illegible]

Для  $H(20)$

[illegible]



Для  $H(30)$

[illegible]

### Оцінка ентропії та надлишковості для програми CoolPinkProgram

	Ентропія	Надлишковість
H(10)	$2.0031641 < H < 2.28062938041322$	$0,5438741239 < R < 0,59936718$
H(20)	$1.33324744155546 < H < 2.01556472727899$	$0,59687054544 < R < 0,73335051169$
H(30)	$1.77632214660736 < H < 2.61984900025397$	$0,4760301999 < R < 0,644735570679$

## Висновок

Під час виконання лабораторної роботи ми покращили та засвоїли свої знання про поняття ентропії на символ джерела та його надлишковості, порівняли різні моделі джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії. Також протягом роботи над лабораторною ми набули практичних навичок щодо експериментальної оцінки ентропії та надлишковості у різних моделях відкритого тексту. Варто додати, що завдяки цій лабораторній роботі ми дізнались про програму CoolPinkProgram та навчилися обраховувати потрібні нам значення  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$ .