

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»  
Фізико-технічний інститут

Криптографія  
Комп'ютерний практикум №1

Виконали:  
Студенти групи ФБ-05  
Сапожник М.В.  
Карась Б.І.

Київ - 2022

## **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.

## **Постановка задачі:**

Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, також для 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, де імовірності замінити відповідними частотами. Одержати значення  $H_1$  та  $H_2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.

## **Хід роботи:**

Спершу для знайденого тексту російською мовою провели обробку (перевели усі символи в нижній регістр, видалили повторні пробіли та усі символи крім зазначених), отримали два очищених файли (один з пробілами інший без) та дві відповідні змінні. Також реалізували функції показування частоти біграм та частоти перехресних біграм.

Далі написали функції для підрахунку ентропії та надлишковості, використовуючи функції наведені у методичці до комп'ютерного практикуму

Після цього реалізували функцію, яка заносить дані у .xlsx таблицю. На цьому етапі виникли невеличкі проблеми: коли ми реалізували вивід у .xlsx таблицю, треба було завантажити певні модулі для того, щоб сам код працював без помилок, та виводив данні у найменовані для них таблиці (код виконувався і виводив у командній строчці результати, проте після них виводилися помилки)

	А	В		А	В
1		0	1		0
2	а	0,07883	2	а	0,06586
3	б	0,01967	3	б	0,01643
4	в	0,04279	4	в	0,03575
5	г	0,02147	5	г	0,01794
6	д	0,03363	6	д	0,0281
7	е	0,08498	7	е	0,07101
8	ё	0	8	ё	0
9	э	0,00285	9	э	0,00238
10	ж	0,01096	10	ж	0,00916
11	з	0,01456	11	з	0,01217
12	и	0,06637	12	и	0,05545
13	ы	0,01817	13	ы	0,01518
14	й	0,01216	14	й	0,01016
15	к	0,04159	15	к	0,03475
16	л	0,0524	16	л	0,04378
17	м	0,03559	17	м	0,02973
18	н	0,06321	18	н	0,05282
19	о	0,11141	19	о	0,09309
20	п	0,02658	20	п	0,02221
21	р	0,0467	21	р	0,03902
22	с	0,0455	22	с	0,03801
23	т	0,0539	23	т	0,04504
24	у	0,02823	24	у	0,02359
25	ф	0,00526	25	ф	0,00439
26	х	0,01036	26	х	0,00866
27	ц	0,00435	27	ц	0,00364
28	ч	0,01156	28	ч	0,00966
29	ш	0,00766	29	ш	0,0064
30	щ	0,003	30	щ	0,00251
31	ъ	0	31	ъ	0
32	ь	0,01877	32	ь	0,01568
33	ю	0,00586	33	ю	0,00489
34	я	0,02162	34	я	0,01807
			35		0,16447

Перша таблицка демонструє частоти для букв у тексті без пробілів, друга частоти для букв у тексті з пробілами.

## Таблиці частот біграм:

	А	В	С	Д	Е	Г	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ь	Ю	Я	Аі	Ав	Ас	Ад	Ае	Аф	Аг	Аи	Аю			
1	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ь	ю	я												
2	а	0,00075	0,00026	0,00131	0,00226	0,001	0	0	0,00088	0,00414	0	0	0,00023	0,00452	0,00003	0,00038	0,00028	0	0,00088	0,00026	0,00031	0,00079	0	0,00025	0,0001	0	0,0001	0,00038	0,00025	0	0	0,00013	0,000201	0,01807								
3	б	0,001	0	0	0	0	0,00088	0	0	0	0,0001	0,00414	0	0,0005	0,00013	0,00013	0,000364	0	0,00079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00025	0							
4	в	0,00002	0	0,00025	0,00025	0,00025	0,00059	0	0	0	0,00025	0,00038	0	0,00025	0,00038	0	0,00013	0,00014	0,00025	0,00025	0,00018	0	0,00025	0	0,00013	0	0	0	0,00025	0	0	0	0	0,00013	0,00028							
5	г	0,00088	0	0	0	0,00125	0	0	0	0	0,00013	0,00113	0	0	0,00025	0,00079	0	0,00138	0	0	0,00125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00176		
6	д	0,00439	0	0,00188	0	0,00013	0,00054	0	0	0,00125	0	0,00025	0,00025	0	0,00025	0,00165	0	0,00176	0,000301	0	0,0001	0,00038	0,00013	0,00165	0	0	0,00025	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00013	0,00085	0,00125		
7	е	0	0,00063	0,00013	0,00014	0,00263	0,00063	0	0	0,00063	0,00088	0,00013	0	0,000201	0,00165	0,000502	0,000364	0,00083	0	0,00151	0,00083	0,000376	0,00062	0,00013	0	0,00025	0,00025	0,00063	0,00063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01631		
8	ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	ж	0,00075	0,00013	0	0	0,00088	0,00364	0	0	0	0,00176	0	0	0,00025	0	0	0,0005	0,00063	0	0	0	0	0	0	0,00025	0	0	0	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00025		
11	з	0,00439	0	0,00063	0,00038	0,00013	0,00079	0	0	0	0,00025	0,00079	0	0	0	0,0005	0,00188	0,0005	0	0	0	0	0,00063	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00013	0,00013	
12	и	0,00013	0,0005	0,00013	0,00038	0,00076	0,00176	0	0	0,00013	0,00201	0,00038	0	0,00176	0,00079	0,00089	0,00188	0,00049	0,00025	0,00038	0,00088	0,00165	0,00226	0	0,00013	0,00138	0,00088	0,00079	0,00063	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00038	0,00038	0,0108	
13	ы	0	0	0,00113	0,00038	0,00038	0,0001	0	0	0,00013	0	0	0	0,00138	0	0	0,00013	0,00151	0,00013	0	0	0,00013	0,00038	0,00025	0	0	0,00125	0	0	0,00013	0,0005	0	0	0	0	0	0	0	0,00039			
14	й	0	0	0	0	0	0,00025	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00025	0	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00081			
15	к	0,00891	0,00013	0,00025	0	0	0,00025	0	0	0	0,00452	0	0	0	0,00088	0	0,00013	0,00063	0	0,00013	0,00063	0,00013	0,00088	0,00125	0	0	0,00025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00452			
16	л	0,00514	0	0,00025	0,00013	0,00025	0,00059	0	0	0	0	0,00027	0,00079	0	0	0,00038	0,00088	0,00013	0,0005	0,00074	0	0	0,00025	0,00013	0,00125	0	0	0	0,00013	0	0	0	0	0,00414	0,00038	0,000201	0,00063					
17	м	0,00226	0,00013	0	0	0	0,00079	0	0,00013	0	0,00039	0,00079	0	0	0	0	0,00013	0,00165	0,00049	0,00025	0	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00025	0,00063	0,00062		
18	н	0,01029	0	0	0,00038	0,00079	0	0	0,00013	0	0,00402	0,00364	0	0,00079	0	0	0,00151	0,00166	0	0	0,00063	0,00088	0,00038	0,00038	0	0,00025	0,00025	0	0,00013	0	0,00151	0,00025	0,00138	0,0014								
19	о	0,00314	0,00075	0,00085	0,00452	0,0001	0	0,00025	0,00213	0,0005	0,00088	0	0,00477	0,00427	0,00078	0,00514	0,00452	0	0,00125	0,00514	0,00427	0,00427	0	0,00138	0,00113	0,00013	0,00201	0,00025	0,0005	0	0	0	0	0	0	0	0,00075	0,00045				
20	п	0,00151	0	0	0	0,00076	0	0	0	0	0,00088	0	0	0,00085	0,00075	0	0,00013	0,00041	0	0,00027	0	0,00013	0,00079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00013	0,00088	0		
21	р	0,00062	0	0,0003	0,00013	0,00025	0,00059	0	0,00025	0	0,00025	0,00138	0	0,00088	0	0,00025	0,00063	0,00025	0	0,001	0,00151	0,00079	0,00049	0	0,00025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00113	0,00025	0,00113			
22	с	0,00151	0,00025	0,00088	0	0,00038	0,00051	0	0	0	0,00026	0	0	0,00201	0,00289	0,00151	0,00088	0,00025	0,00125	0,00025	0,0005	0,00079	0,00013	0,00013	0	0	0	0,00013	0	0	0	0	0,00013	0,0005	0,00364	0,000201						
23	т	0,00013	0,00063	0,000201	0	0,00025	0,00402	0	0,00013	0	0	0,00026	0,00151	0	0,001	0	0,00038	0,00063	0,01104	0	0,00138	0,00038	0,00013	0,00151	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00464	0,00025	0,00063	0,00477		
24	у	0,00038	0,00151	0,0005	0,00013	0,00088	0	0	0,00038	0,00125	0,00025	0	0	0,00088	0,00113	0,00151	0,00013	0,00025	0,00079	0,00038	0,00113	0,00165	0	0	0,00063	0	0	0,00025	0,00013	0,00025	0	0	0	0	0	0,00013	0,00027	0				
25	ф	0,00013	0	0	0	0	0,00038	0	0	0	0,00151	0	0	0	0,00025	0	0	0,00013	0	0,00025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00138	0			
26	х	0,00113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00038	0	0	0	0,00013	0,00025	0	0,00025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00138	0		
27	ц	0,00038	0	0,00025	0	0	0,00138	0	0	0	0	0,00038	0	0	0	0,00013	0,00038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00038	0		
28	ч	0,00063	0	0	0	0	0,00113	0	0	0	0	0,00125	0	0	0,00063	0,00088	0	0	0,00063	0	0,00038	0	0,00013	0,00038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00038	0	0		
29	ш	0,00038	0	0	0	0	0,00113	0	0	0	0	0,00125	0	0	0,00063	0,00088	0	0	0,00063	0	0,00038	0	0,00013	0,00038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00038	0	0		
30	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
31	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
32	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
33	ю	0,00038	0	0	0	0,00013	0	0	0	0,00075	0	0	0	0,00025	0	0	0,00025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
34	я	0	0	0	0	0,00013	0	0	0	0	0	0	0,00013	0	0	0,00038	0,00176	0	0	0	0	0	0,001	0,00038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00025	0,00025	0,00083		
35	но	0	0	0	0	0,00025	0,00038	0	0	0	0	0	0	0	0,00025	0,00013	0	0,00013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
36	ню	0,00013	0,00038	0,00013	0	0,00075	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00013	0,00063	0,0005	0,00075	0	0,00013	0,00013	0,00038	0,00125	0	0	0,00025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00025		
37	нр	0,00188	0,00461	0,0138	0,0041	0,00326	0,00151	0,00238	0,00402	0,0104	0,00113	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013	0,00013		

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH		
2	A	0.0003	0.00165	0.00405	0.0024	0.0039	0.00225	0	0.0003	0.0013	0.00541	0.0018	0	0.0003	0.00721	0.01021	0.00111	0.00451	0.00135	0.0027	0.00446	0.00111	0.00571	0	0.0006	0.0015	0.00015	0.00135	0.00045	0.0003	0	0	0.00135	0.00225		
3	B	0.0012	0	0	0	0	0.00105	0	0	0	0	0.0012	0.00486	0	0.0006	0.00335	0.00015	0.00015	0.00436	0	0.0021	0.00015	0	0.0009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0003		
4	C	0.00031	0.00105	0.00045	0.0009	0.00105	0.00736	0	0.0003	0.0009	0.0042	0.0024	0	0.0012	0.00045	0.0006	0.00105	0.00031	0.00205	0.0012	0.00285	0.0003	0.0003	0	0.00045	0.00015	0	0.0012	0	0	0	0	0.00015	0.00015		
5	D	0.0012	0.00015	0	0	0.0015	0	0	0	0	0	0.00165	0	0	0.0003	0.00135	0	0.00045	0.01066	0.0006	0.0006	0.00165	0	0.00015	0.0015	0	0	0.00015	0.00015	0	0	0	0	0		
6	E	0.00126	0.00015	0.00225	0	0.0003	0.00046	0	0	0.0015	0	0.00345	0.0003	0	0.00045	0.00195	0.00015	0.0021	0.0036	0.0015	0.0012	0.00075	0.000195	0	0	0.0003	0.00015	0	0	0	0.00015	0	0.00075			
7	F	0	0.0018	0.00436	0.00436	0.00436	0.00075	0	0.00015	0.00075	0	0.00195	0.00135	0	0.0024	0.00045	0.00046	0.00771	0.01201	0.00135	0.0036	0.01066	0.00016	0.00086	0.00075	0	0.0006	0.0006	0.00205	0.0009	0.00075	0	0.00045			
8	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0	0.00045	0	0	0	0	0.00225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	I	0.0009	0.00015	0	0	0	0.00105	0.00436	0	0	0	0	0	0	0.0003	0	0.00075	0.00075	0.00015	0	0	0	0	0.0003	0	0	0	0.00015	0	0	0	0	0	0	0	
11	J	0.00526	0	0.00105	0.00075	0.00015	0.0009	0	0	0.00015	0	0.0003	0.0009	0	0.00015	0	0.0006	0.0024	0.0009	0	0	0	0	0.00075	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0.00015		
12	K	0.00045	0.00195	0.00451	0.00135	0.00481	0.0012	0	0.00015	0.0003	0.0003	0.0015	0	0.0021	0.00436	0.00481	0.0036	0.00706	0.00135	0.0036	0.00135	0.00526	0.00436	0.00105	0.00015	0.00015	0.00135	0.00015	0.00015	0.00015	0	0.00045	0.0006	0.0006		
13	L	0.00015	0.00045	0.0018	0.0006	0.00045	0.0024	0	0.00015	0.0003	0.0003	0.00045	0	0.00165	0	0.00045	0.00015	0.00045	0.00045	0.0003	0.00045	0	0.00015	0.0009	0	0	0.0018	0.00015	0.0006	0	0	0	0	0	0	
14	M	0	0.00045	0.0009	0.0006	0.00075	0.0009	0	0	0.00015	0.00015	0.0002	0	0.00105	0	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00111	0.0003	0.00195	0.0009	0.00075	0	0.0003	0.00015	0	0.00015	0.00015	0	0	0	0.00045		
15	N	0.01111	0.0003	0.00075	0	0.0003	0.00075	0	0.0003	0.0003	0.00031	0	0.0003	0	0.0003	0.0006	0.00781	0.0009	0.0009	0.00025	0.0003	0.0012	0.00086	0.0006	0.00015	0.0027	0.0003	0.00165	0	0.00015	0.0009	0.00015	0	0.00046	0.00045	0.00285
16	O	0.0039	0.0003	0.0003	0	0.00075	0.00015	0	0.00015	0.00015	0.00015	0.0042	0.0009	0	0.00075	0	0.0006	0.0027	0.00021	0.0006	0.0003	0.0015	0	0.0027	0	0.00015	0.00015	0	0.00015	0	0.0003	0.00075	0.00075	0.00075		
17	P	0.01221	0.00015	0.00045	0	0.0006	0.00871	0	0	0.0012	0	0.00126	0.00436	0	0.0012	0.00015	0.0003	0.00451	0.01291	0.00075	0	0.00105	0.0012	0.002	0.00045	0	0.0003	0.0003	0	0.00015	0	0.0003	0.0003	0.00015	0	0.00015
18	Q	0	0.00075	0.01066	0.00721	0.00046	0.0018	0	0.0009	0.00285	0.0012	0.00165	0	0.00371	0.00036	0.00166	0.00691	0.00796	0.012	0.0039	0.00691	0.00746	0.00681	0.00735	0.00195	0.00165	0.00045	0.00015	0.00045	0.0006	0	0	0.0015	0	0.0015	
19	R	0.0018	0	0	0	0	0	0.0033	0	0	0	0	0.00105	0	0.00075	0.0009	0	0.00015	0.01006	0	0.00031	0	0.00015	0.0009	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0.00205	0	0.00205	
20	S	0.00781	0.00015	0.00045	0.00721	0	0.00015	0.0003	0	0.00015	0.0003	0.00165	0	0.00105	0	0.00075	0.00061	0.00015	0.00135	0.00271	0.00125	0.00126	0	0.00075	0	0	0	0	0	0	0	0.00135	0.0003	0.0015		
21	T	0	0.0018	0.0006	0.00135	0.00015	0.00075	0.0042	0	0	0	0.0027	0	0.0003	0.00045	0.0021	0.0012	0.0015	0.0018	0.00045	0.00075	0.000976	0.0003	0.0003	0	0.0003	0	0.0003	0	0	0	0.00015	0.00046	0.00046		
22	U	0.00771	0.00105	0.0027	0.00015	0.0006	0.00481	0	0.00015	0.00015	0	0.00345	0.00018	0	0.00165	0.0003	0.00075	0.0018	0.01222	0.0003	0.003	0.00075	0.00045	0.0018	0.00015	0	0.00015	0.0003	0	0	0.00015	0.00056	0.0006	0.00075		
23	V	0.00045	0.0024	0.00105	0.0015	0.0015	0	0	0.00045	0.0015	0	0.00045	0.0003	0	0.0018	0.0015	0.0027	0.00135	0.00135	0.00135	0.00165	0.00165	0.00165	0	0.0009	0	0.0006	0.00015	0.0003	0	0.0012	0.0003	0	0.0003		
24	W	0.00015	0	0	0	0	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0	0.00015	0	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0	0	0.00015	0.00015	0.00015	0	0	0	0.00015	0.00015		
25	X	0.00135	0	0.0006	0	0.00015	0	0	0.00015	0	0.00015	0	0.00015	0	0.00045	0.00015	0.0003	0.0003	0.0006	0.00045	0.0003	0.0003	0.00045	0	0	0	0.00015	0	0	0	0	0	0.0003	0.0003		
26	Y	0.00045	0	0.0003	0	0	0.00165	0	0	0	0	0	0.0009	0	0	0	0.00015	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	Z	0.00015	0	0	0	0	0.00015	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0	0.00015	0	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0	0	0.00015	0.00015	0.00015	0	0	0	0.00015	0.00015		
28	AA	0.00045	0	0.0003	0	0	0.00165	0	0	0	0	0.0009	0	0	0	0	0.00015	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	AB	0.00015	0	0	0	0	0.00015	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0	0.00015	0	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0	0	0.00015	0.00015	0.00015	0	0	0	0.00015	0.00015		
30	AC	0.00075	0	0	0	0	0.00135	0	0	0	0	0	0	0	0.00075	0.00105	0	0	0.00045	0	0.00075	0.00105	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00045	0	0	
31	AD	0.00045	0	0	0	0	0.00135	0	0	0	0	0	0.0009	0	0	0	0.00015	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	AE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	AF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	AG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00015	0.00045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	AH	0.00045	0.00075	0.0021	0.00015	0.0018	0.00015	0	0.00015	0.0003	0.00045	0.00105	0	0	0.0015	0.0009	0.00135	0.00195	0.0012	0.00105	0.00045	0.00165	0.0021	0.00015	0	0.0006	0	0.00045	0	0.0003	0	0	0	0.0006	0.0006	

На першій таблиці біграми з пробілами, на другій таблиці, біграми без пробілів

## Таблиця частот перехресних біграм:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI			
1	A	0.00075	0.00216	0.0015	0.00226	0.001	0	0.00088	0.00414	0	0	0.00025	0.0045	0.0003	0.00326	0.00326	0	0.00088	0.00326	0.00221	0.00376	0	0.00025	0.001	0	0.00015	0.001	0.00015	0.00025	0	0	0.00115	0.00201	0.01807	0	0.00015		
2	B	0.0021	0	0	0	0	0	0	0	0.0021	0.00414	0	0	0.00025	0.00211	0.00015	0.00015	0.00334	0	0.00088	0.00326	0.00221	0.00376	0	0.00025	0.001	0	0.00015	0.001	0.00015	0.00025	0	0	0.00115	0.00201	0.01807	0	0.00015
3	C	0.00021	0	0.00023	0.0002	0.00023	0.00029	0.0001	0	0	0	0.0001	0.0001	0.0001	0.00041	0	0.0005	0.00113	0.00013	0.00013	0.00034	0	0.00176	0.00013	0.00077	0	0.00023	0	0	0	0	0	0.00013	0.00023	0.01807	0	0.00023	
4	D	0.00023	0	0.00023	0.00023	0.00023	0.00029	0.0001	0	0	0.00023	0.0001	0.0001	0.0001	0.00041	0	0.0005	0.00113	0.00013	0.00013	0.00034	0.00023	0.00023	0.00018	0.00023	0	0.00013	0	0	0.0009	0	0	0	0.00013	0.00023	0.01807	0	0.00023
5	E	0.00023	0	0.00023	0.00023	0.00023	0.00029	0.0001	0	0	0.00023	0.0001	0.0001	0.0001	0.00041	0	0.0005	0.00113	0.00013	0.00013	0.00034	0.00023	0.00023	0.00018	0.00023	0	0.00013	0	0	0.0009	0	0	0	0.00013	0.00023	0.01807	0	0.00023
6	F	0.00439	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	0.00188	
7	G	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
8	H	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
9	I	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
10	J	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
11	K	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
12	L	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
13	M	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
14	N	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
15	O	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
16	P	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
17	Q	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
18	R	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
19	S	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
20	T	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
21	U	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
22	V	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
23	W	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
24	X	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
25	Y	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
26	Z	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
27	AA	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
28	AB	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113		
29	AC	0.00083	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.00113	0.0															

### Одержані значення $H$ та надлишку:

```
===3 пробілами===  
Частота букв-{'a': 0.06808579, 'б': 0.  
H1=4.372445758202447  
Надл=0.14054492491824533  
Частота біграм-{'aa': 1.215e-05, 'ab'  
H2=3.8659515265220668  
Надл = 0.2401022578138503  
Частота перехресних біграм - {'aa': 1  
H2п=3.896964357126997  
Надл-0.2340063252099852  
===Без пробілів===  
Частота букв-{'a': 0.0813748, 'б': 0.  
H1=4.458363680184651  
Надлишков=0.11617459407559805  
Частота біграм-{'aa': 0.00023643, 'ab'  
H2=4.021297072742576  
Надлишковість =0.2028186185313361  
Частота перехресних біграм - {'aa': 0  
H2-р = 4.035480072432446  
Надлишковість = 0.20000698261346805
```

Оцінки для  $H^{(10)}$ ,  $H^{(20)}$ ,  $H^{(30)}$ :

Произвольная часть текста:  
может\_не\_

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:  
 $1,75317189557696 < H < 2,54452978629809$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000000000000000000000000000000	▲
01000000000000000000000000000000	■
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	▼

Вероятности:

q[1] = 0,52
q[2] = 0,16
q[3] = 0,06
q[4] = 0,02
q[5] = 0,02
q[6] = 0,04
q[7] = 0,02
q[8] = 0
q[9] = 0,02
q[10] = 0,02
q[11] = 0
q[12] = 0
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0,04
q[16] = 0
q[17] = 0
q[18] = 0
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0,02
q[23] = 0
q[24] = 0
q[25] = 0
q[26] = 0,02
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0
q[30] = 0
q[31] = 0,02
q[32] = 0,02

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Строка состояния:

$$0,649365620884608 < R^{10} < 0,491094042740382$$

Произвольная часть текста:  
я\_да\_и\_кто\_я\_такой\_

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:  
 $1,5734573587129 < H < 2,19601134699368$

Двоичная таблица угаданных символов:

01000000000000000000000000000000	▲
01000000000000000000000000000000	■
00000000000000000000000000000000	
01000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	▼

Вероятности:

q[1] = 0,52
q[2] = 0,18
q[3] = 0,14
q[4] = 0,02
q[5] = 0
q[6] = 0
q[7] = 0
q[8] = 0
q[9] = 0,02
q[10] = 0,02
q[11] = 0
q[12] = 0
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0,02
q[16] = 0,02
q[17] = 0
q[18] = 0
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0
q[23] = 0
q[24] = 0,02
q[25] = 0
q[26] = 0,04
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Строка состояния:

$$0,68530852825742 < R^{20} < 0,560797730601264$$

Произвольная часть текста:  
с\_другими\_телами\_и\_организмам

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:  
5 символов  
10 символов  
15 символов  
20 символов  
25 символов  
30 символов  
35 символов  
40 символов  
45 символов  
50 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:  
 $1,23749680602373 < H < 1,93366068968819$

Двоичная таблица угаданных символов:

01000000000000000000000000000000	▲
00000001000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
01000000000000000000000000000000	▼

Вероятности:

q[1] = 0,64
q[2] = 0,12
q[3] = 0,08
q[4] = 0,04
q[5] = 0
q[6] = 0,02
q[7] = 0
q[8] = 0,02
q[9] = 0
q[10] = 0
q[11] = 0
q[12] = 0
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0
q[16] = 0,02
q[17] = 0
q[18] = 0
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0
q[23] = 0
q[24] = 0
q[25] = 0
q[26] = 0
q[27] = 0,02
q[28] = 0,02
q[29] = 0
q[30] = 0,02
q[31] = 0
q[32] = 0

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Строка состояния:

$0,75250063879526 < R^{30} < 0,0613267862062362$

Надлишковість джерела відкритого тексту (мови) дорівнює  $R = 1 - \frac{H_{\infty}}{H_0}$

Де  $H_0 = \log_2 m$ , де  $m=32$ (кількість літер у рос алфавіті)

Висновки:

Виконавши цей комп'ютерний практикум ми набули практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела, порівняли різні моделі джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії.

Написали програму для підрахунку усіх необхідних для роботи значень, використавши для збереження отриманих результатів модуль, який надає змогу запису даних у .xlsx файл.

Використавши отримані значення ентропії, підраховали надлишковість. За допомогою CoolPinkProgram оцінили значення для  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$ .