

**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 3-го курсу групи ФБ-22

Лаптев Д. М. та Проскурня А. С.

Бригада №4

Перевірів/-ла: \_\_\_\_\_

# Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

## 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

0. Ми опрацювали методичні вказівки і зробили собі нотатки.
1. Написання програми і обрахунки.  
Обрали текст Ф.М.Достоевського «Злочин і кара» (там розділів 15 наче, якраз 1 Мб)  
Перш за все ми відфільтрували текст: замінили знаки «ъ» та «ё» на «ь» та «е» відповідно, усі знаки, що були великими зробили маленькими, інші знаки – спеціальні, числа, знаки неросійського алфавіту і тп, ми прибрали з нашого тексту. Потім зробили 2 варіації тексту і зберегли у окремі файли – із пробілами і без пробілів.

Обраховуємо частоти символів

**Монограми із пробілом:**

Символ	Частота
(пробіл)	0.17041879117328950777

о	0.09499880606239377578
е	0.07123593611731490749
а	0.06616345708145464355
н	0.05360077535712780977
и	0.05353229952382958928
т	0.05343924262216791232
с	0.04335398143075864380
л	0.03846761619822173378
в	0.03803042433947157602
р	0.03502626662733696050
к	0.02766774823367465844
д	0.02683023611871953804
м	0.02634388212324245346
у	0.02509551500849802746
п	0.02294642731729243032
ь	0.01977722528900313290
я	0.01774577556782267959
ч	0.01479253578301237444
б	0.01454496930878035679
г	0.01370745719382523639
ы	0.01366180663829309055
з	0.01332293905299678297

ж	0.00938470074305058043
й	0.00812755467531920198
х	0.00736027418425968822
ш	0.00719874144929979077
щ	0.00253711741322882852
ц	0.00243879313977497791
э	0.00271269647296784816
ю	0.00466513561726574280
ф	0.00087087213630553562

**Монограми без пробілу:**

<b>Символ</b>	<b>Значення</b>
о	0.11451417299670041405
є	0.08586975616053911520
а	0.07975525045345546737
н	0.06461184846862215447
и	0.06452930581629391649
т	0.06441713246825811479
с	0.05226008131509493615
л	0.04636992230408289867
в	0.04584291921614110782
р	0.04222162490502303495
к	0.03335146449713534411

д	0.03234190436481312880
м	0.03175563988545619665
у	0.03025082383916458464
п	0.02766025444301699679
ь	0.02384001117500523723
я	0.02139124582260102519
ч	0.01783132938116292060
б	0.01753290594582239056
г	0.01652334581350016832
ы	0.01646831737861468095
з	0.01605983707350317272
ж	0.01131257632549742542
й	0.00979717788788168030
х	0.00887227688615251781
ш	0.00867756088578848332
щ	0.00305831109267423393
э	0.00326995891915687984
ц	0.00293978830984395218
ю	0.00562348274964390247
ф	0.00104977321935392385

## Біграми з пробілом (overlapped):

	щ	х	л	к	э	п	м	с	з	в	я	т	о	б	и
щ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000536
х	0	0	0,00013	3,51E-06	1,76E-06	1,76E-06	8,78E-05	1,93E-05	1,05E-05	0,000181	0	5,79E-05	0,002342	0	0,000701
л	1,76E-06	0	4,04E-05	0,000272	0	7,02E-05	8,78E-06	0,001531	7,02E-06	2,46E-05	0,001261	0,000132	0,00529	2,63E-05	0,005134
к	0	2,63E-05	0,00052	7,02E-06	1,76E-06	5,27E-06	7,02E-06	0,000304	7,02E-06	0,000251	0	0,000609	0,00873	0	0,001917
э	0	3,69E-05	3,51E-06	5,09E-05	7,02E-06	1,76E-06	3,51E-06	5,27E-06	0	5,27E-06	0	0,002532	0	0	0
п	0	0	0,000613	8,6E-05	0	4,21E-05	0	1,05E-05	0	0	0,00063	4,57E-05	0,008842	0	0,00089
м	0	0	7,9E-05	7,55E-05	1,76E-06	4,39E-05	1,23E-05	8,6E-05	0	1,76E-06	0,000302	0,000162	0,003805	1,76E-05	0,002811
с	1,76E-06	0,000207	0,002495	0,003436	0	0,001733	0,001048	0,000534	1,23E-05	0,001147	0,003787	0,009302	0,002379	8,6E-05	0,001457
з	0	0	0,000262	9,83E-05	0	1,76E-05	0,000186	3,51E-06	4,21E-05	0,000836	0,000416	1,23E-05	0,000551	0,0001	0,000349
в	1,76E-06	7,2E-05	0,000521	0,000111	0	0,000439	0,000105	0,003638	0,000532	3,86E-05	0,000218	0,000218	0,006151	1,76E-06	0,002851
я	0,000125	0,000158	0,000823	0,000179	1,76E-06	7,2E-05	0,00032	0,000702	0,000216	0,000253	8,78E-05	0,00165	2,11E-05	8,78E-06	3,51E-05
т	2,63E-05	1,58E-05	0,000221	0,000351	1,76E-05	7,73E-05	3,51E-05	0,001101	1,58E-05	0,002135	0,000395	9,83E-05	0,014318	7,02E-06	0,00312
о	0,000239	0,0005	0,005785	0,001487	5,27E-06	0,001456	0,00518	0,005691	0,000904	0,007703	0,000586	0,006788	0,00027	0,003485	0,000616
б	0,000174	5,79E-05	0,000658	0,000135	0	0	5,27E-05	0,000181	0	2,98E-05	0,000592	5,27E-06	0,002009	1,76E-06	0,000722
и	0,000118	0,001844	0,004865	0,002326	8,78E-06	0,000234	0,00252	0,001879	0,001643	0,002353	0,00111	0,004195	0,000165	0,000695	0,000502
	7,73E-05	0,001484	0,00249	0,008119	0,002658	0,015821	0,005778	0,014975	0,00457	0,016359	0,002353	0,008977	0,011253	0,006955	0,011636
а	0,00026	0,000913	0,007186	0,005403	3,51E-06	0,000795	0,003285	0,00467	0,00367	0,00272	0,001988	0,004163	3,51E-05	0,000558	0,000111
г	0	0	0,001296	5,09E-05	1,76E-06	0	5,62E-05	1,05E-05	0	7,02E-06	0	1,4E-05	0,007487	0	0,000499
й	0	1,76E-06	9,31E-05	0,000177	1,76E-06	5,27E-06	3,86E-05	0,000397	0	1,76E-06	0	0,000455	1,23E-05	1,93E-05	3,51E-06
ж	0	0	1,76E-05	9,83E-05	0	0	7,02E-06	1,23E-05	0	0	0	3,51E-06	1,58E-05	1,93E-05	0,001289
е	0,000953	0,000479	0,005561	0,00125	0	0,001173	0,004181	0,004282	0,001203	0,001136	0,000218	0,005487	0,000274	0,001276	0,000126
ч	0	0	8,78E-06	0,000564	0	0	0	1,76E-06	0	1,76E-06	0	0,003912	8,25E-05	0	0,001505
ю	0,000156	1,05E-05	5,27E-06	2,28E-05	0	7,02E-06	5,44E-05	0,000209	5,27E-06	7,02E-06	0	0,000425	5,27E-06	0,00029	3,51E-06
ш	0	0	0,000546	0,000478	0	0	1,4E-05	0	0	5,27E-06	0	6,15E-05	0,000212	0	0,001329
д	3,51E-06	4,39E-05	0,000532	0,00023	0	8,25E-05	8,08E-05	0,000262	1,4E-05	0,000992	0,000502	0,000323	0,003689	3,34E-05	0,00233
ф	0	0	1,05E-05	0	0	0	5,27E-06	1,76E-06	0	0	0	2,11E-05	0,000107	0	0,000225
у	0,000262	0,000442	0,001682	0,000683	0	0,000639	0,001707	0,000997	0,000237	0,000648	4,57E-05	0,001673	2,28E-05	0,000636	1,23E-05
р	1,58E-05	7,37E-05	5,97E-05	0,000179	0	9,83E-05	0,00029	0,000119	3,34E-05	0,000358	0,00102	0,000683	0,007167	0,000111	0,004993
ь	4,04E-05	0,000202	0	0,001336	1,76E-06	7,02E-06	0,000388	0,000881	0,000149	2,28E-05	0,00073	0,000258	2,63E-05	5,79E-05	0,000135
н	7,73E-05	5,27E-06	0	0,00026	0	3,51E-06	3,51E-06	0,000221	1,05E-05	8,78E-06	0,001501	0,000406	0,009562	8,78E-06	0,007553
ы	5,27E-06	0,000787	0,001963	0,00017	0	0,000121	0,000885	0,000629	4,04E-05	0,000774	3,51E-06	0,000757	1,76E-06	0,000151	1,23E-05
ц	0	0	0	2,81E-05	0	0	5,27E-06	0	0	2,98E-05	0	1,4E-05	0,000172	0	0,000128

	а	г	й	ж	е	ч	ю	ш	д	ф	у	р	ь	н	ы	ц
7,02E-06	0,00039	0	0	0	0,00137	0	0	0	0	0	0,000155	3,51E-06	4,04E-05	3,69E-05	0	0
0,002711	0,000414	0	0	0	0,00029	0	0	1,23E-05	0	0	0,000142	8,95E-05	0	0,000165	0	0
0,007332	0,005029	0,000133	0	0,000298	0,00374	0,000214	0,000725	0	2,11E-05	3,51E-06	0,001434	5,27E-06	0,004846	0,000248	0,000637	1,76E-06
0,004818	0,006702	0	0	1,76E-06	0,000397	0	0	8,78E-06	0	0,001241	0,001528	0	0,000583	0	3,51E-06	0
7,02E-06	0	5,27E-06	1,4E-05	0	0	0	0	0	1,05E-05	3,51E-06	0	0	0	2,63E-05	0	0
4,57E-05	0,000843	0	0	0	0,002881	2,11E-05	0	1,05E-05	0	0	0,00082	0,006637	0,000191	0,000107	0,000223	7,02E-06
0,007409	0,002901	6,85E-05	0	0	0,003815	5,44E-05	1,76E-06	5,27E-06	1,05E-05	0,002112	4,39E-05	0,000104	0,001578	0,000825	1,05E-05	0
0,003515	0,001719	3,16E-05	0	2,98E-05	0,004381	0,000351	0,000235	5,27E-05	0,000211	3,51E-06	0,000687	0,000162	0,003162	0,000939	0,000205	4,39E-05
0,001294	0,004702	0,000349	0	5,44E-05	0,000174	1,93E-05	3,51E-06	8,78E-06	0,000718	0	0,00079	0,000218	0,00014	0,001726	0,000251	0
0,005722	0,005332	2,11E-05	0	0	0,005058	0,000218	0	0,000623	0,000897	0	0,000578	0,000446	0,00016	0,001556	0,002504	1,76E-05
0,011095	0	6,5E-05	0,000114	0,000116	7,9E-05	0,000167	0,0001	1,23E-05	0,000525	0	1,76E-06	9,48E-05	0	0,000634	0	8,95E-05
0,005914	0,005724	1,05E-05	0	0	0,00545	0,00032	6,15E-05	3,51E-06	7,9E-05	0	0,001698	0,002894	0,006597	0,001176	0,001512	6,67E-05
0,023319	3,51E-06	0,003919	0,00293	0,002074	0,001672	0,002358	0,000616	0,001048	0,004964	0,000123	9,66E-05	0,005009	0	0,006087	0	8,43E-05
0,000423	0,000665	0	0	1,76E-06	0,002102	8,78E-06	0	1,05E-05	1,23E-05	0	0,001283	0,001294	0,000174	0,000214	0,003736	1,76E-06
0,017293	5,27E-05	0,000367	0,000871	0,000228	0,001584	0,001352	0,00029	0,000639	0,001605	1,76E-05	3,51E-06	0,000716	0	0,003115	0	0,000943
0,004388	0,002658	0,002943	1,05E-05	0,002196	0,003845	0,006049	4,21E-05	0,000648	0,008254	0,000355	0,00443	0,005116	0	0,015672	0	0,000307
0,016792	2,98E-05	0,000676	0,000713	0,001568	0,001173	0,000813	0,000829	0,000874	0,001924	5,79E-05	4,74E-05	0,001858	0	0,002994	0	5,44E-05
0,001013	0,000832	1,76E-06	0	0	0,000144	2,81E-05	0	0	0,001053	0	0,000457	0,000493	0	0,000263	0	0
0,005961	1,76E-06	1,76E-06	0	0	0	0,000183	0	0,000184	0,000293	3,51E-06	0	3,51E-06	0	0,000267	0	2,28E-05
0,000716	0,001269	1,76E-06	0	7,02E-06	0,004344	0	0	0	0,000604	0	0,000239	5,27E-06	5,27E-05	0,000681	0	1,76E-06
0,018058	1,58E-05	0,003301	0,001921	0,00078	0,001545	0,001285	0,000232	0,001097	0,002634	1,23E-05	0,000163	0,00585	0	0,00644	0	0,000302
0,000341	0,002551	0	0	0	0,00385	1,76E-06	0	0,000137	0	0	0,000699	6,5E-05	0,000242	0,00083	0	0
0,002892	1,76E-06	0	1,76E-06	1,23E-05	0	9,83E-05	4,21E-05	4,92E-05	0,00029	0	0	2,81E-05	0	4,92E-05	0	0
5,97E-05	0,000973	0	0	0	0,0022	0	0	0	0	0	0,000198	0	0,000695	0,000427	0	0
0,000873	0,005174	7,02E-06	0	1,93E-05	0,004186	4,92E-05	1,4E-05	6,85E-05	4,74E-05	0	0,002024	0,001696	0,001029	0,001779	0,000457	0,00029
1,4E-05	0,000204	0	0	0	4,39E-05	0	0	0	0	3,51E-06	0,000123	3,69E-05	5,27E-05	0	2,28E-05	0
0,006842	2,98E-05	0,001387	0,000226	0,001736	0,000165	0,000727	0,000729	0,00063	0,001921	5,27E-06	1,76E-06	0,000407	0	0,000593	0	7,02E-06
0,000695	0,007645	0,000151	0	0,00023	0,004979	8,25E-05	0,000204	0,000226	0,000281	0,000223	0,002616	2,46E-05	0,00099	0,000709	0,000753	1,4E-05
0,011908	1,76E-06	0,000128	0	0	0,000467	0,000102	0,000316	0,000341	3,51E-05	8,78E-06	1,76E-06	1,93E-05	0	0,00216	0	5,27E-05
0,004583	0,009743	1,4E-05	0	1,76E-06	0,009831	0,000169	0,000225	3,51E-06	0,000325	4,04E-05	0,002839	6,15E-05	0,001301	0,002383	0,002346	0,000116
0,004059	3,51E-06	0,000125	0,001326	2,98E-05	0,000688	0,000121	0	0,000504	0,000121	0	1,76E-06	0,000221	0	0,00016	0	1,76E-06
0,00032	0,000553	0	0	0	0,000783	1,76E-06	0	0	0	0	0,000212	0	0	1,76E-06	0,00019	0

## Біграми з пробілом (not overlapped):

	щ	х	л	к	э	п	м	с	з	в	я	т	о	б	и	а
щ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00018	3,5E-06 0,00013
х	0	0	5,3E-05	2,3E-06	1,2E-06	0	2,2E-05	1,2E-06	4,7E-06	6,1E-05	0	1,6E-05	0,00074	0	0,00023	0,00089 0,00015
л	1,2E-06	0	1,2E-05	6,7E-05	0	2,2E-05	1,2E-06	0,00049	0	9,4E-06	0,00042	4,7E-05	0,00177	9,4E-06	0,00172	0,00245 0,00168
к	0	8,2E-06	0,00018	3,5E-06	1,2E-06	2,3E-06	1,2E-06	9E-05	4,7E-06	8E-05	0	0,00022	0,00291	0	0,00065	0,00161 0,00225
э	0	1,2E-05	2,3E-06	7E-06	3,5E-06	1,2E-06	1,2E-06	1,2E-06	0	3,5E-06	0	0,00087	0	0	0	3,5E-06 0
п	0	0	0,0002	2,6E-05	0	1,4E-05	0	4,7E-06	0	0	0,0002	1,2E-05	0,00299	0	0,0003	1,5E-05 0,00026
м	0	0	2,7E-05	2E-05	0	1,9E-05	3,5E-06	2,7E-05	0	1,2E-06	0,00011	5,3E-05	0,00123	8,2E-06	0,00094	0,00246 0,00098
с	1,2E-06	7,3E-05	0,00084	0,00115	0	0,00059	0,00038	0,00018	2,3E-06	0,00039	0,0013	0,00308	0,00078	3,3E-05	0,00048	0,00113 0,00059
з	0	0	9,2E-05	3,3E-05	0	5,9E-06	5,3E-05	1,2E-06	1,4E-05	0,00029	0,00013	4,7E-06	0,00017	3,9E-05	0,0001	0,00042 0,00155
в	0	2,1E-05	0,00016	4,3E-05	0	0,00015	4,3E-05	0,00119	0,00018	1,5E-05	8E-05	8,5E-05	0,00205	1,2E-06	0,00092	0,00194 0,0018
я	4,6E-05	4,9E-05	0,00029	5,7E-05	1,2E-06	2,8E-05	0,00011	0,00024	7,7E-05	8,5E-05	2,9E-05	0,00054	3,5E-06	2,3E-06	1,5E-05	0,00363 0
т	9,4E-06	3,5E-06	7,4E-05	0,00012	3,5E-06	2,7E-05	1,3E-05	0,00037	8,2E-06	0,00071	0,00012	3,2E-05	0,00471	3,5E-06	0,00104	0,00194 0,00191
о	7,6E-05	0,00016	0,00195	0,00049	3,5E-06	0,00049	0,00172	0,00188	0,00032	0,00251	0,00018	0,00232	8,1E-05	0,00117	0,00021	0,00775 1,2E-06
б	5,6E-05	2,8E-05	0,00024	4,3E-05	0	0	1,5E-05	5,7E-05	0	1,5E-05	0,0002	1,2E-06	0,00068	0	0,00024	0,00014 0,00023
и	4,8E-05	0,00063	0,0016	0,00082	3,5E-06	9,1E-05	0,00081	0,00063	0,00056	0,00078	0,00037	0,00142	6,6E-05	0,00023	0,00016	0,0057 1,8E-05
	3,2E-05	0,00052	0,00082	0,00272	0,00086	0,00528	0,00194	0,00499	0,00153	0,0055	0,00081	0,00307	0,0038	0,00228	0,00388	0,00144 0,00087
а	8,3E-05	0,00031	0,00239	0,0018	0	0,00026	0,00109	0,00158	0,00126	0,00087	0,00064	0,0014	8,2E-06	0,00018	3,4E-05	0,00558 8,2E-06
р	0	0	0,00043	1,6E-05	0	0	1,9E-05	5,9E-06	0	2,3E-06	0	2,3E-06	0,00244	0	0,00017	0,00032 0,00029
г	0	1,2E-06	3,3E-05	5E-05	1,2E-06	2,3E-06	8,2E-06	0,00013	0	0	0	0,00014	0	8,2E-06	0	0,00199 0
ж	0	0	5,9E-06	3,2E-05	0	0	3,5E-06	4,7E-06	0	0	0	0	7E-06	7E-06	0,00043	0,00027 0,00043
е	0,00032	0,00015	0,00188	0,00042	0	0,00041	0,00143	0,00143	0,00038	0,00036	8E-05	0,00183	9,6E-05	0,00042	3,7E-05	0,00594 7E-06
ч	0	0	3,5E-06	0,00019	0	0	0	0	0	1,2E-06	0	0,00133	2,8E-05	0	0,00052	0,00011 0,00085
ю	5,6E-05	3,5E-06	2,3E-06	7E-06	0	2,3E-06	2,2E-05	7,6E-05	3,5E-06	1,2E-06	0	0,00015	2,3E-06	0,0001	2,3E-06	0,00096 0
ш	0	0	0,00017	0,00016	0	0	4,7E-06	0	0	2,3E-06	0	2,6E-05	8,1E-05	0	0,00044	1,9E-05 0,00032
д	1,2E-06	1,2E-05	0,00018	8E-05	0	2,8E-05	3,2E-05	8,1E-05	3,5E-06	0,00034	0,00017	0,00011	0,00124	1,3E-05	0,00072	0,00032 0,00173
ф	0	0	4,7E-06	0	0	0	1,2E-06	0	0	0	0	8,2E-06	3,9E-05	0	7,5E-05	4,7E-06 6,4E-05
у	7,6E-05	0,00015	0,00053	0,00022	0	0,00021	0,00055	0,00033	7,7E-05	0,00023	1,5E-05	0,00054	9,4E-06	0,0002	7E-06	0,00226 1,2E-05
р	4,7E-06	2,8E-05	1,9E-05	6,1E-05	0	2,5E-05	9,9E-05	4,9E-05	1,2E-05	0,00013	0,00035	0,00023	0,00239	4,1E-05	0,00173	0,00025 0,00252
ь	7E-06	5,4E-05	0	0,00042	1,2E-06	1,2E-06	0,00014	0,00028	6,3E-05	7E-06	0,00026	8,8E-05	7E-06	2,1E-05	4,4E-05	0,00406 0
н	2,2E-05	2,3E-06	0	8,4E-05	0	2,3E-06	1,2E-06	7,1E-05	4,7E-06	2,3E-06	0,0005	0,00015	0,00319	3,5E-06	0,00254	0,00158 0,00326
ы	1,2E-06	0,00027	0,00066	4,9E-05	0	4E-05	0,00027	0,0002	1,6E-05	0,00025	2,3E-06	0,00024	0	5,3E-05	5,9E-06	0,00136 1,2E-06
ц	0	0	0	7E-06	0	0	2,3E-06	0	0	1,1E-05	0	2,3E-06	5,5E-05	0	3,4E-05	0,00011 0,00018

г	й	ж	е	ч	ю	ш	д	ф	у	р	ь	н	ы	ц	
0	0	0	0,00045	0	0	0	0	0	5,6E-05	1,2E-06	1,4E-05	1,3E-05	0	0	щ
0	0	0	0,00011	0	0	1,2E-06	0	0	4,7E-05	3,2E-05	0	6,1E-05	0	0	х
4,4E-05	0	0,0001	0,00128	6,7E-05	0,00022	0	4,7E-06	1,2E-06	0,00046	2,3E-06	0,00164	7,7E-05	0,00021	1,2E-06	л
0	0	0	0,00013	0	0	2,3E-06	0	0	0,00042	0,0005	0	0,00019	0	0	к
1,2E-06	8,2E-06	0	0	0	0	0	1,2E-06	0	0	0	0	1,3E-05	0	0	э
0	0	0	0,00099	4,7E-06	0	3,5E-06	0	0	0,00028	0,00213	5,9E-05	3,5E-05	7,7E-05	2,3E-06	п
2,2E-05	0	0	0,00128	1,3E-05	1,2E-06	0	3,5E-06	1,2E-06	0,00071	1,8E-05	3E-05	0,00051	0,00028	5,9E-06	м
8,2E-06	0	8,2E-06	0,00147	0,00012	7,6E-05	2,1E-05	6,2E-05	1,2E-06	0,00024	5,2E-05	0,00101	0,00034	6,2E-05	1,8E-05	с
9,8E-05	0	1,6E-05	4,9E-05	8,2E-06	0	4,7E-06	0,00024	0	0,00027	7,4E-05	4,4E-05	0,00057	8,1E-05	0	з
5,9E-06	0	0	0,00172	7,5E-05	0	0,0002	0,0003	0	0,0002	0,00014	5,2E-05	0,00051	0,00081	9,4E-06	в
2,7E-05	4,3E-05	4,9E-05	2,9E-05	5,2E-05	3,3E-05	4,7E-06	0,00016	0	1,2E-06	3,7E-05	0	0,0002	0	3,3E-05	я
1,2E-06	0	0	0,00177	0,00011	2,1E-05	1,2E-06	2,5E-05	0	0,00057	0,00092	0,00218	0,00039	0,00051	2E-05	т
0,00137	0,001	0,00068	0,00058	0,00079	0,00022	0,00037	0,00165	4,7E-05	3,6E-05	0,00169	0	0,002	0	2,2E-05	о
0	0	0	0,00071	3,5E-06	0	2,3E-06	3,5E-06	0	0,00041	0,00042	5,5E-05	7,1E-05	0,00124	0	б
0,00012	0,00028	8,2E-05	0,00049	0,00047	9,4E-05	0,00023	0,00053	1,1E-05	1,2E-06	0,00025	0	0,00101	0	0,00031	и
0,00101	1,2E-06	0,0007	0,00127	0,00195	1,2E-05	0,00023	0,00274	0,00012	0,00153	0,00176	0	0,00521	0	0,00011	
0,00024	0,00026	0,00054	0,00037	0,00029	0,00025	0,00028	0,00061	1,9E-05	1,8E-05	0,00061	0	0,001	0	2,2E-05	а
0	0	0	4,3E-05	1,2E-05	0	0	0,00033	0	0,00015	0,00017	0	8,1E-05	0	0	г
0	0	0	0	6,2E-05	0	5,9E-05	8,5E-05	1,2E-06	0	1,2E-06	0	7,1E-05	0	7E-06	й
0	0	1,2E-06	0,00146	0	0	0	0,00021	0	7,8E-05	1,2E-06	1,9E-05	0,00023	0	1,2E-06	ж
0,0011	0,00063	0,00025	0,00052	0,0004	8,1E-05	0,00039	0,00089	2,3E-06	5,6E-05	0,00192	0	0,00212	0	9,8E-05	е
0	0	0	0,00131	0	0	4,8E-05	0	0	0,00025	1,4E-05	9E-05	0,00027	0	0	ч
0	1,2E-06	4,7E-06	0	3,4E-05	1,6E-05	1,5E-05	0,00011	0	0	8,2E-06	0	1,9E-05	0	0	ю
0	0	0	0,00071	0	0	0	0	0	6,7E-05	0	0,00022	0,00013	0	0	ш
2,3E-06	0	3,5E-06	0,00141	2E-05	4,7E-06	1,6E-05	1,9E-05	0	0,00072	0,00056	0,00033	0,00058	0,00018	0,00011	д
0	0	0	1,3E-05	0	0	0	0	1,2E-06	4,8E-05	1,2E-05	1,6E-05	0	9,4E-06	0	ф
0,00048	8,3E-05	0,00055	5,4E-05	0,00024	0,00022	0,0002	0,00063	2,3E-06	0	0,00013	0	0,0002	0	2,3E-06	у
3,9E-05	0	7,4E-05	0,0017	2,2E-05	7,3E-05	8,1E-05	9,9E-05	6,9E-05	0,00086	9,4E-06	0,00032	0,00024	0,00025	3,5E-06	р
4,6E-05	0	0	0,00016	3,2E-05	0,00011	0,0001	7E-06	2,3E-06	0	7E-06	0	0,00072	0	1,2E-05	ь
2,3E-06	0	1,2E-06	0,00325	4,3E-05	6,8E-05	0	0,00013	9,4E-06	0,00097	2,3E-05	0,00044	0,00081	0,00078	3,9E-05	н
4,7E-05	0,00045	9,4E-06	0,00023	5,2E-05	0	0,00017	3,9E-05	0	0	7,1E-05	0	6E-05	0	1,2E-06	ы
0	0	0	0,00028	0	0	0	0	0	6,4E-05	0	0	0	6,6E-05	0	ц

## Біграми без пробілу (overlapped):

	а	и	ь	т	х	г	з	б	э	ж	к	о	ш
а	0,000330171	0,001616993	0	0,006247857	0,001238142	0,001161949	0,004969501	0,001392646	0,000344987	0,002084736	0,007055048	0,001358782	0,001134435
и	0,000302657	0,001716468	0	0,006194945	0,002427606	0,000780982	0,002599041	0,001714351	0,000273026	0,000461393	0,003949357	0,001661439	0,000844477
ь	0,000321705	0,001458257	0	0,001079406	0,000410598	0,000317472	0,00054182	0,000486791	0,000222331	0,000116407	0,002397975	0,000946068	0,000440228
т	0,007147362	0,004321858	0,007951626	0,000524888	5,07956E-05	0,00011429	0,000184134	0,000431762	0,000133338	0,000126989	0,000791565	0,017710728	2,75143E-05
х	0,000543936	0,001159833	0	0,000217998	1,26989E-05	6,5611E-05	8,88923E-05	0,000160853	7,19604E-05	3,59802E-05	0,000169319	0,003007522	2,96308E-05
г	0,001026494	0,000664576	0	5,50286E-05	4,23297E-06	1,90483E-05	4,86791E-05	2,96308E-05	1,48154E-05	4,23297E-06	0,000129105	0,009160137	0
з	0,005676407	0,000465626	0,000169319	0,00015027	8,46593E-06	0,000448694	7,61934E-05	0,000141804	2,32813E-05	7,61934E-05	0,000249745	0,000730187	1,69319E-05
б	0,000804263	0,000097971	0,000209532	3,59802E-05	7,19604E-05	0	1,26989E-05	6,34945E-06	9,10088E-05	2,11648E-06	0,000175371	0,002514382	1,26989E-05
э	0	0	0	0,003051968	4,44461E-05	6,34945E-06	0	0	8,46593E-06	0	6,1378E-05	0	0
ж	0,001540799	0,001646624	6,34945E-05	5,7145E-05	2,11648E-06	8,46593E-06	1,90483E-05	6,34945E-05	3,59802E-05	8,46593E-06	0,000194716	0,000122756	0
к	0,008127294	0,002757777	0	0,001060358	7,61934E-05	8,67758E-05	0,00011429	0,000643411	0,000103708	0,000129105	0,000249745	0,010874488	2,32813E-05
о	0,000243396	0,002359878	0	0,009750636	0,000850826	0,005225596	0,001839224	0,005714503	0,000393666	0,003066783	0,002984241	0,002351412	0,001358782
ш	0,001174648	0,00160641	0,000838127	7,40769E-05	0	2,11648E-06	2,11648E-06	8,46593E-06	0	2,11648E-06	0,0005778	0,000260327	0
р	0,009236331	0,00610182	0,001193696	0,000857176	9,10088E-05	0,000198949	4,86791E-05	0,000167202	1,26989E-05	0,000283609	0,000262444	0,008694511	0,000277259
с	0,002139764	0,00191133	0,003811785	0,011520016	0,000292075	0,000105824	0,000110057	0,000260327	5,07956E-05	0,000275143	0,004391702	0,003102764	8,67758E-05
ч	0,000739482	0,00184134	0,000292075	0,004728222	6,34945E-06	6,34945E-06	8,46593E-06	1,26989E-05	4,23297E-06	2,11648E-06	0,000175371	0,000122756	0,000165086
в	0,006506068	0,003680563	0,0001926	0,000829661	0,000131222	0,00027091	0,000778866	0,00022858	0,000319589	4,02132E-05	0,000664576	0,007852151	0,000802147
п	0,001015912	0,001083639	0,000230697	5,50286E-05	2,11648E-06	2,11648E-06	6,34945E-06	8,46593E-06	0	0	0,000105824	0,010660724	1,26989E-05
й	0,000107941	0,000603593	0	0,000814846	6,98439E-05	0,000260327	0,000175668	0,000232813	8,25428E-05	0,000107941	0,000601081	0,000376734	0,000281492
я	0,000431762	0,001159833	0	0,002734496	0,00034287	0,00027091	0,000664576	0,000465626	0,000167202	0,000313239	0,000795798	0,000810613	6,98439E-05
у	0,00023493	0,000717488	0	0,002478401	0,000622246	0,0001773613	0,000510072	0,000990514	9,52417E-05	0,002232889	0,001229676	0,000461393	0,000787332
н	0,01805741	0,009473377	0,001568314	0,000766167	6,1378E-05	0,000105824	0,000171435	0,000289958	6,77274E-05	2,53978E-05	0,000594732	0,011873468	2,96308E-05
ю	9,52417E-05	0,000289958	0	0,000689973	3,38637E-05	5,7145E-05	8,67758E-05	0,000450811	4,44461E-05	8,88923E-05	0,000268793	0,000205299	7,83099E-05
ц	0,000679391	0,000188367	0	4,23297E-05	2,11648E-06	4,23297E-06	1,26989E-05	2,11648E-06	2,11648E-06	2,11648E-06	5,7145E-05	0,000232813	2,11648E-06
е	0,000279376	0,001566197	0	0,007653202	0,000861408	0,004393818	0,002237122	0,002524964	0,000359802	0,001161949	0,002287918	0,001682604	0,001411694
щ	0,000469859	0,000647644	4,86791E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
д	0,006260556	0,002874184	0,001240259	0,00042753	5,7145E-05	2,32813E-05	5,92615E-05	8,04263E-05	1,90483E-05	3,17472E-05	0,000359802	0,004493293	8,88923E-05
ф	0,000247628	0,000275143	6,34945E-05	2,75143E-05	0	0	0	2,11648E-06	0	0	0	0,000129105	0
м	0,003625535	0,004086928	0,000124872	0,000548169	7,83099E-05	0,000260327	0,000258211	0,000319589	0,000129105	0,000169319	0,000469859	0,00525946	5,29121E-05
ы	5,07956E-05	0,000440228	0	0,001257191	0,000982048	0,00022858	0,000198949	0,00037885	8,46593E-05	7,61934E-05	0,000408481	0,000295075	0,00061378
л	0,006249974	0,006853171	0,005841492	0,000486791	4,02132E-05	0,000323822	0,000237046	0,000323822	0,00011429	0,000387316	0,000700556	0,007566426	2,96308E-05

р	с	ч	в	п	й	я	у	н	ю	ц	е	щ	д	ф	м	ы	л
0,002757777	0,007308215	0,001714351	0,005231945	0,002920746	0,000859292	0,002772592	0,000620129	0,005494389	0,001005329	9,52417E-05	0,001951397	0,000328055	0,003405421	0,000101591	0,00475362	0	0,00905008
0,001477305	0,004478477	0,002251938	0,005130354	0,002370461	0,001049775	0,001604294	0,000618013	0,005801279	0,000353453	0,001183114	0,002359878	0,000146037	0,002956726	6,77274E-05	0,00364035	0	0,006114519
0,000340754	0,002165162	0,000787332	0,001365131	0,001272006	0	0,001168298	0,000319589	0,004207568	0,000380967	0,000103708	0,000102861	5,50286E-05	0,000711138	4,02132E-05	0,000939718	0	0,000215881
0,003864796	0,001917533	0,00068574	0,003206471	0,000698439	0	0,000584149	0,002141355	0,002019125	7,61934E-05	9,31252E-05	0,006747347	3,17472E-05	0,000469859	1,48154E-05	0,000260327	0,000347103	0,000182292
0,000194716	0,000289958	7,83099E-05	0,000497373	0,000410598	0	2,32813E-05	0,000258211	0,000435995	0	6,34945E-06	0,000406365	4,23297E-06	0,000215881	6,34945E-06	0,000237046	0	0,000243396
0,000677274	0,000124872	5,50286E-05	0,000311222	0,000146037	0	1,48154E-05	0,000596848	0,000412714	0	0	0,000194716	0	0,001335501	4,23297E-06	0,000103708	0	0,00157043
0,000296308	0,000154503	7,83099E-05	0,001168298	0,000222321	0	0,000507956	0,001005329	0,00224423	4,23297E-06	1,05824E-05	0,000243396	6,34945E-06	0,000977815	4,23297E-06	0,000279376	0,000302657	0,000340754
0,001564081	0,00023493	4,02132E-05	6,1378E-05	1,69319E-05	0	0,000740769	0,001597944	0,000289958	0	2,11648E-06	0,002546129	0,000209532	1,48154E-05	0	6,98439E-05	0,004503875	0,000793681
0	6,34945E-06	4,23297E-06	8,46593E-06	2,11648E-06	1,69319E-05	0	3,17472E-05	0	0	0	0	0	1,48154E-05	4,23297E-06	4,23297E-06	0	4,23297E-06
1,48154E-05	6,5611E-05	2,11648E-06	5,07956E-05	5,7145E-05	0	4,23297E-05	0,000304774	0,000924903	0	2,11648E-06	0,005250994	0	0,000759817	0	2,53978E-05	0	2,96308E-05
0,002067804	0,000840244	0,000230697	0,000768283	0,000400015	2,11648E-06	0,000112174	0,001640274	0,001231793	2,11648E-06	1,26989E-05	0,000573567	2,11648E-06	0,000273026	8,46593E-06	0,000207415	0	0,000732303
0,006757929	0,009289243	0,003962056	0,012516879	0,004275295	0,00353241	0,00119158	0,000901622	0,009831062	0,000747118	0,000154503	0,002764126	0,000294191	0,007333613	0,000188367	0,007229905	0	0,007405573
6,34945E-06	1,05824E-05	2,11648E-06	1,26989E-05	4,23297E-06	0	2,11648E-06	0,000239163	0,000520655	0	2,11648E-06	0,002651953	0	2,11648E-06	0	1,90483E-05	0	0,000658226
5,29121E-05	0,000226464	0,00011429	0,00049314	0,000294191	2,11648E-06	0,001238142	0,003170491	0,000931252	0,000245512	1,69319E-05	0,006012927	1,90483E-05	0,000370384	0,00027091	0,000357686	0,000907971	7,19604E-05
0,000262444	0,000971466	0,000512189	0,001699536	0,002493217	0	0,004594884	0,001024378	0,001652973	0,000289958	6,1378E-05	0,000335653	2,11648E-06	0,000480442	1,26989E-05	0,001439208	0,000247628	0,003119686
0,000101591	4,02132E-05	4,23297E-06	4,44461E-05	5,07956E-05	0	4,23297E-06	0,000850509	0,001054008	0	0	0,004649913	0	1,05824E-05	0	1,26989E-05	0	1,90483E-05
0,000808496	0,005117655	0,000425413	0,000478325	0,001231793	6,34945E-06	0,000304774	0,000912204	0,002516498	6,34945E-06	3,17472E-05	0,000625407	8,46593E-06	0,001422276	1,48154E-05	0,000260327	0,003018104	0,00072807
0,000800305	1,48154E-05	2,75143E-05	2,11648E-06	5,50286E-05	0	0,000759817	0,000990514	0,000129105	0	8,46593E-06	0,003475265	0	2,11648E-06	0	2,11648E-06	0,000740769	0
0,000389433	0,001178881	0,000584149	0,000537587	0,000702672	0	5,92615E-05	0,000146037	0,000907971	6,34945E-06	4,86791E-05	9,31252E-05	2,11648E-06	0,000761934	2,96308E-05	0,000366152	0	0,000217998
0,000594732	0,002025473	0,000641294	0,001708002	0,001250841	0,000137571	0,000251861	0,000277259	0,00219056	0,000122756	0,00014804	0,000400015	0,000152387	0,001303753	2,11648E-05	0,0007704	0	0,001174648
0,000700556	0,001845573	0,001360898	0,001574663	0,001496353	0,000273026	0,000226464	0,00015662	0,001672021	0,000880471	1,69319E-05	0,000319589	0,000319589	0,002730263	3,59802E-05	0,002397975	0	0,002110133
0,000256094	0,000874107	0,000359802	0,000647644	0,000643411	2,11648E-06	0,001860388	0,003612836	0,00333981	0,00027091	0,000152387	0,011960244	9,94747E-05	0,000573567	5,50286E-05	0,000282761	8,88923E-05	6,5611E-05
0,000781594	0,000592033	0,000275933	0,000768283	0,000400015	2,11648E-06	0,004132E-05	6,5611E-05	0,000303071	5,07956E-05	1,48154E-05	4,23297E-05	0,000201066	0,000531237	2,75143E-05	0,000190899	0	0,000281881
0,000768599	0,001741605	2,11648E-06	7,83099E-05	5,07956E-05	0	0,000768E-05	0,00027091	2,11648E-06	0	0	0	4,23297E-06	0	4,23297E-06	0,000215881	0	0,000215881
0,000768599	0,007289167	0,000216029	0,003741941	0,003756223	0,002315432	0,000476209	0,000783099	0,009583424	0,000218492	0,000393666	0,000279452	0,00011556	0,000412946	4,86791E-05	0,006097587	0	0,007102916
6,34945E-06	0	0	0	0	0	0	0,00018625	4,44461E-05	0	0,00165509	0	0	0	0	0	0	0
0,000267804	0,000425413	8,4263E-05	0,001286822	0,000188367	0	0,000622246	0,004265702	0,002285801	1,69319E-05	0,000351336	0,005071093	4,23297E-06	0,00011429	2,11648E-06	0,000219105	0,000550286	0,000664576
4,44461E-05	2,11648E-06	2,11648E-06	0	2,11648E-06	0	0	0,000148154	0	0	5,29121E-05	0	4,23297E-06	6,34945E-06	2,75143E-05	1,48154E-05	0	0
0,000306089	0,001026494	0,000387316	0,000833894	0,000969349	0	0,000495257	0,000283937	0,002692166	4,23297E-06	2,53978E-05	0,004734572	2,11648E-06	0,000488908	6,5611E-05	0,000300541	0,000994747	0,000209532
0,0003852	0,001197929	0,000296308	0,001430742	0,000527004	0,001597944	4,86791E-05	0,00133338	0,000740769	2,11648E-06	6,34945E-06	0,00095665	8,46593E-06	0,00042753	0	0,01219043	0	0,002406441
0,000562984	0,002524964	0,000664576	0,000829661	0,000795798	0	0,00163925	0,001875204	0,001081523	0,000874107	4,23297E-06	0,004906007	6,34945E-06	0,00035453	1,69319E-05	0,001290548	0,000768283	0,000216899



## Біграми без пробілу (not overlapped):

	а	и	ь	т	х	г	з	б	э	ж	к	о	ш
а	0,00012	0,00053	0	0,00203	0,00044	0,00037	0,00167	0,00045	0,00012	0,00066	0,00254	0,00045	0,00036
и	0,00011	0,00058	0	0,0021	0,00081	0,00025	0,00087	0,00058	9,2E-05	0,00015	0,00129	0,00054	0,00029
ь	0,00011	0,00048	0	0,00036	0,00013	0,00011	0,00019	0,00016	8,5E-05	4E-05	0,0008	0,00029	0,00013
т	0,00238	0,00144	0,00266	0,00018	1,7E-05	4,5E-05	7,8E-05	0,00014	4,9E-05	3,7E-05	0,00026	0,00588	7,1E-06
х	0,00018	0,00039	0	8,3E-05	4,2E-06	2,3E-05	3,1E-05	5,6E-05	2,7E-05	9,9E-06	5,8E-05	0,001	1,3E-05
г	0,00035	0,00022	0	2,3E-05	2,8E-06	5,6E-06	1,8E-05	1,4E-05	9,9E-06	2,8E-06	4,1E-05	0,0031	0
з	0,00019	0,00016	4,7E-05	4,7E-05	1,4E-06	0,00015	3,1E-05	4,7E-05	7,1E-06	2,1E-05	8E-05	0,00022	5,6E-06
б	0,00026	0,0003	7,5E-05	1,3E-05	2,3E-05	0	5,6E-06	4,2E-06	2,7E-05	0	5,8E-05	0,00084	2,8E-06
э	0	0	0	0,00097	7,1E-06	1,4E-06	0	0	5,6E-06	0	1,8E-05	0	0
ж	0,00054	0,00057	2,5E-05	1,6E-05	0	2,8E-06	5,6E-06	1,4E-05	8,5E-06	2,8E-06	7,1E-05	4E-05	0
к	0,00277	0,00091	0	0,00034	2,8E-05	2,8E-05	3,4E-05	0,00021	4,1E-05	3,2E-05	7,2E-05	0,00366	1,1E-05
о	8,9E-05	0,0008	0	0,00325	0,00028	0,00176	0,00061	0,00189	0,00014	0,00105	0,00098	0,00083	0,00044
ш	0,0004	0,00054	0,00029	2,4E-05	0	1,4E-06	0	1,4E-06	0	0	0,0002	8,9E-05	0
р	0,00302	0,00208	0,0004	0,0003	2,8E-05	5,5E-05	2E-05	4,4E-05	2,8E-06	9E-05	9E-05	0,00282	8,6E-05
с	0,00068	0,00059	0,0013	0,0038	8,9E-05	3,4E-05	3,2E-05	7,9E-05	1,6E-05	7,9E-05	0,00141	0,001	2,8E-05
ч	0,00095	0,00065	9,6E-05	0,00165	2,8E-06	2,8E-06	1,4E-06	5,6E-06	2,8E-06	0	0,00025	4,4E-05	5,5E-05
в	0,00021	0,00122	6,9E-05	0,00027	3,4E-05	0,0001	0,00027	7,8E-05	0,0001	1,6E-05	0,00022	0,00262	0,00028
п	0,0003	0,00036	6,9E-05	2E-05	0	0	1,4E-06	1,4E-06	0	0	3,7E-05	0,00361	7,1E-06
й	3,7E-05	0,0002	0	0,00026	2E-05	8,6E-05	5,5E-05	7,2E-05	2,8E-05	3,8E-05	0,0002	0,00012	8E-05
я	0,00017	0,00037	0	0,00091	0,00011	9,2E-05	0,00023	0,00017	5,8E-05	9,6E-05	0,00026	0,00026	2E-05
у	7,1E-05	0,00024	0	0,00084	0,00019	0,00057	0,00018	0,00032	3,7E-05	0,00072	0,00043	0,00015	0,00026
н	0,004	0,00314	0,00048	0,00028	2,1E-05	3,1E-05	5,2E-05	9,6E-05	2,1E-05	5,6E-06	0,0002	0,00396	1,4E-05
ю	3,4E-05	0,00011	0	0,00022	1,3E-05	1,7E-05	2,1E-05	0,00014	1,6E-05	2,7E-05	0,0001	7,9E-05	2,3E-05
ц	0,00022	4,5E-05	0	1,6E-05	0	1,4E-06	5,6E-06	0	1,4E-06	0	1,3E-05	7,6E-05	1,4E-06
е	8,7E-05	0,00052	0	0,0026	0,0003	0,00147	0,00074	0,00083	0,00013	0,00036	0,00072	0,00055	0,00047
щ	0,00014	0,00022	2,1E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
д	0,00208	0,00091	0,00042	0,00015	1,8E-05	8,5E-06	1,6E-05	2,7E-05	7,1E-06	5,6E-06	0,00011	0,00144	3,1E-05
ф	7,9E-05	0,0001	1,8E-05	9,9E-06	0	0	0	1,4E-06	0	0	0	4,5E-05	0
м	0,00119	0,00136	4,2E-05	0,00019	2,5E-05	7,8E-05	8E-05	0,0001	4,5E-05	5,2E-05	0,00015	0,00175	2,7E-05
ы	2E-05	0,00017	0	0,00043	0,00033	7,8E-05	7,9E-05	0,00013	3,4E-05	2,5E-05	0,00012	0,00011	0,00022
л	0,00221	0,00239	0,00199	0,00016	1,6E-05	0,00011	9,6E-05	0,00011	3,4E-05	0,00012	0,00023	0,0025	8,5E-06

р	с	ч	в	п	й	я	у	н	ю	ц	е	щ	д	ф	м	ы	л
0,00092	0,00253	0,00057	0,00178	0,00092	0,00029	0,00096	0,00019	0,00188	0,00033	4,2E-05	0,00063	0,00012	0,00116	3,1E-05	0,00155	0	0,00292
0,00048	0,00148	0,00073	0,00175	0,00081	0,00033	0,00053	0,0002	0,00194	0,00011	0,00041	0,00075	4,8E-05	0,00104	1,6E-05	0,00117	0	0,002
0,00011	0,0007	0,00025	0,00045	0,00043	0	0,0004	0,00012	0,00137	0,00013	3,7E-05	0,00034	2,1E-05	0,00025	1,4E-05	0,00033	0	6,9E-05
0,00124	0,00063	0,00024	0,00107	0,00021	0	0,0002	0,00073	0,00065	2,5E-05	3,4E-05	0,00225	1,3E-05	0,00015	4,2E-06	8,7E-05	0,00058	0,00012
6,9E-05	9,5E-05	2,5E-05	0,00015	0,00015	0	9,9E-06	7,1E-05	0,00014	0	2,8E-06	0,00015	1,4E-06	7,2E-05	1,4E-06	7,1E-05	0	7,6E-05
0,00023	3,5E-05	1,3E-05	4,7E-05	4,8E-05	0	8,5E-06	0,00018	0,00014	0	0	6,8E-05	0	0,00044	0	3,5E-05	0	0,0005
0,0001	5,1E-05	2,4E-05	0,00037	7,3E-05	0	0,00017	0,00033	0,00075	1,4E-06	2,8E-06	7,6E-05	0	0,00033	2,8E-06	0,0001	9,7E-05	0,00011
0,00054	9E-05	1,1E-05	2,1E-05	4,2E-06	0	0,00024	0,00052	9,2E-05	0	0	0,00085	7,5E-05	4,2E-06	0	2,1E-05	0,00154	0,00028
0	4,2E-06	1,4E-06	1,4E-06	1,4E-06	7,1E-06	0	0	8,5E-06	0	0	0	0	5,6E-06	1,4E-06	1,4E-06	0	0
5,6E-06	2,1E-05	9,9E-06	2E-05	1,8E-05	0	1,6E-05	0,00011	0,00031	0	1,4E-06	0,0018	0	0,00028	0	9,9E-06	0	9,9E-06
0,00068	0,00031	7,9E-05	0,00025	0,00013	0	4,2E-05	0,00053	0,00042	0	5,6E-06	0,0002	1,4E-06	8,5E-05	2,8E-06	6,9E-05	0	0,00025
0,0023	0,00315	0,00132	0,00418	0,00144	0,00116	0,00039	0,0003	0,00332	0,00022	4,5E-05	0,00091	0,0001	0,00241	6,2E-05	0,0024	0	0,00241
1,4E-06	1,4E-06	0	4,2E-06	2,8E-06	0	0	7,8E-05	0,00018	0	0	0,00091	0	1,4E-06	0	2,8E-06	0	0,00019
1,7E-05	7,9E-05	3,7E-05	0,00017	0,0001	1,4E-06	0,0004	0,00104	0,00031	7,5E-05	8,5E-06	0,00201	8,5E-06	0,00012	8,7E-05	0,00013	0,0003	2,8E-05
9,9E-05	0,0003	0,00017	0,00059	0,0008	0	0,00157	0,00034	0,00054	9E-05	1,4E-05	0,00172	1,4E-06	0,00017	5,6E-06	0,00046	7,5E-05	0,00106
3,4E-05	1,4E-05	1,4E-06	1,4E-05	2,1E-05	0	2,8E-06	0,00028	0,00035	0	0	0,00152	0	2,8E-06	0	2,8E-06	0	7,1E-06
0,00026	0,00174	0,00014	0,00015	0,00041	2,8E-06	9,6E-05	0,00031	0,00083	1,4E-06	1,3E-05	0,00211	4,2E-06	0,00049	8,5E-06	8,5E-05	0,001	0,00021
0,00272	7,1E-06	8,5E-06	1,4E-06	1,6E-05	0	0,00025	0,00037	4,2E-05	0	1,4E-06	0,00116	0	1,4E-06	0	1,4E-06	9,6E-05	0,00027
0,00013	0,00038	0,00022	0,0002	0,00025	0	2,5E-05	4,4E-05	0,0003	1,4E-06	1,4E-05	4E-05	1,4E-06	0,00024	9,9E-06	0,00011	0	7,6E-05
0,00022	0,00068	0,00021	0,00054	0,00038	5,2E-05	8,5E-05	9,6E-05	0,0007	3,7E-05	4,2E-05	0,00011	4,2E-05	0,00045	7,1E-06	0,00026	0	0,00039
0,00024	0,00064	0,00048	0,00052	0,00052	9,9E-05	7,8E-05	4,8E-05	0,00054	0,0003	2,8E-06	0,00011	9,9E-05	0,00092	8,5E-06	0,00078	0	0,0007
8,5E-05	0,00028	9,9E-05	0,0002	0,00019	0	0,00063	0,00122	0,0011	6,3E-05	5,5E-05	0,00404	3,5E-05	0,00018	1,8E-05	5,4E-05	0,00093	3,5E-05
5,8E-05	0,00021	8,5E-05	0,00012	0,00011	1,4E-06	9,9E-06	2,8E-05	0,00011	1,7E-05	7,1E-06	1,4E-05	0,0002	7,1E-06	7,3E-05	0	2,1E-05	0
5,6E-06	9,9E-06	7,1E-06	2,7E-05	1,6E-05	0	4,2E-06	9,3E-05	1,3E-05	1,4E-06	0	0,00033	0	1,4E-06	1,4E-06	2,8E-06	6,5E-05	1,4E-06
0,00252	0,0025	0,00072	0,00124	0,00119	0,00079	0,00017	0,00026	0,0032	8,5E-05	0,00013	0,00074	0,00039	0,00147	1,6E-05	0,00206	0	0,00234
1,4E-06	0	0	0	0	0	0	6,5E-05	1,7E-05	0	0	0,00053	0	0	0	0	0	0
0,00069	0,00014	3,1E-05	0,0004	5,8E-05	0	0,0002	0,00084	0,00075	7,1E-06	0,00013	0,00165	1,4E-06	4,4E-05	1,4E-06	3,8E-05	0,00018	0,00024
1,4E-05	0	0	0	1,4E-06	0	0	5,6E-05	0	0	0	1,8E-05	0	0	1,4E-06	1,4E-06	8,5E-06	5,6E-06
0,00011	0,00035	0,00012	0,00028	0,00032	0	0,00017	0,00094	0,00092	1,4E-06	5,6E-06	0,00164	1,4E-06	0,00017	2,5E-05	0,00011	0,00032	6,8E-05
0,00013	0,0004	9,7E-05	0,00049	0,00019	0,00056	1,8E-05	4E-05	0,00025	0	1,4E-06	0,0003	2,8E-06	0,00012	0	0,00042	0	0,00076
0,00019	0,00086	0,00023	0,00026	0,00027	0	0,00053	0,00063	0,00037	0,0003	0	0,00164	2,8E-06	0,00012	2,8E-06	7,3E-05	0,00025	3,4E-05

## 2. Оцінка значень $H^{10}$ , $H^{20}$ , $H^{30}$ за допомогою CoolPinkProgram.

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
азывали\_естественным\_то\_есть\_законом\_природы\_сегодня\_когда\_мы\_говорим\_о\_зак

Используемые буквы:  
в, о, г, в, ф, п, р, я, д, ж, к, э, ш, ш, н, к, з, ц, й, я, ч.

Порядок n-граммы:  
5 символов

Введенный символ: с

Символ по счету: 22

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:  
 $1.89313671253081 < H < 2.6279764393853$

Двоичная таблица угаданных символов:

00010000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00010000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000

Поле ввода символов:  
с

Продолжить Другой

Вероятности:

q[1] = 0.48
q[2] = 0.16
q[3] = 0.06
q[4] = 0.08
q[5] = 0
q[6] = 0.04
q[7] = 0
q[8] = 0
q[9] = 0
q[10] = 0.02
q[11] = 0
q[12] = 0.02
q[13] = 0.02
q[14] = 0
q[15] = 0.02
q[16] = 0
q[17] = 0
q[18] = 0.02
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0.04
q[23] = 0.02
q[24] = 0
q[25] = 0
q[26] = 0
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0
q[30] = 0.02
q[31] = 0
q[32] = 0

Строка состояния:  
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:  
в\_глубине\_своего\_сердца\_так\_же\_хорошо\_как\_и\_мы\_с\_вами\_что\_нам\_следовало\_под

Используемые буквы:  
и, о, н, ы, ф, я, ч, й, ц, а, к, у, в, с, м.

Порядок n-граммы:  
5 символов

Введенный символ: е

Символ по счету: 16

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:  
 $2.71092135392573 < H < 3.52599138461827$

Двоичная таблица угаданных символов:

00100000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00000000000000001000000000000000

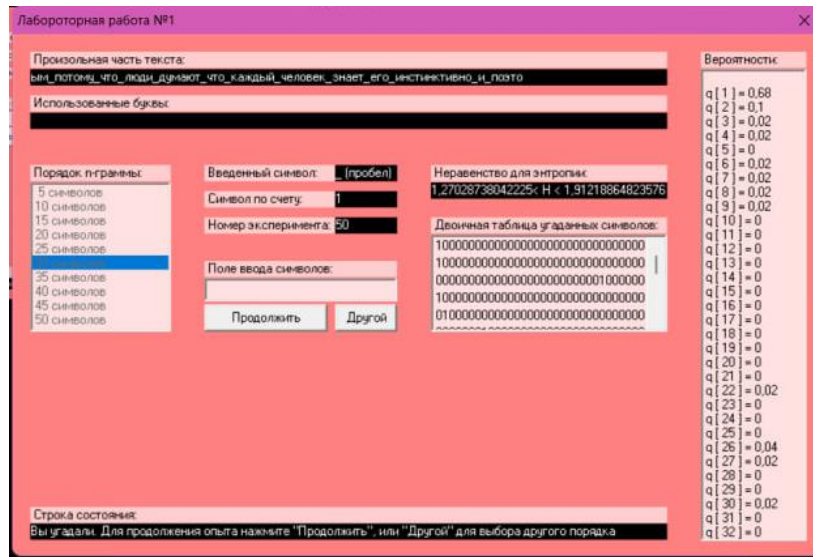
Поле ввода символов:  
е

Продолжить Другой

Вероятности:

q[1] = 0.34
q[2] = 0.14
q[3] = 0.08
q[4] = 0.06
q[5] = 0.04
q[6] = 0.02
q[7] = 0
q[8] = 0
q[9] = 0.02
q[10] = 0
q[11] = 0.02
q[12] = 0
q[13] = 0.04
q[14] = 0.02
q[15] = 0.02
q[16] = 0.02
q[17] = 0.02
q[18] = 0
q[19] = 0
q[20] = 0.02
q[21] = 0
q[22] = 0
q[23] = 0.02
q[24] = 0.02
q[25] = 0.02
q[26] = 0.02
q[27] = 0
q[28] = 0.02
q[29] = 0
q[30] = 0.02
q[31] = 0
q[32] = 0

Строка состояния:  
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка



### 3. Оцінка надлишковості

$$H_1 = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \quad \text{обрахунок ентропії монограм}$$

$$H_2 = -\frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^n p_{ij} \log_2 p_{ij} \quad \text{обрахунок ентропії біграм}$$

Рахуємо за формулою:

$$R = 1 - \frac{H}{H_0}$$

$H_0 = \log_2 m$ ,  $m=31$  для тексту без пробілів, та  $m=32$  для тексту із пробілами.

space	H <sub>1</sub>	4.352755973064407	R	0.8705511946128814
	H <sub>2</sub> over	7.909908859755906		1.5819817719511813
	H <sub>2</sub> n/o	3.1651231291096873		0.6330246258219374
without space	H <sub>1</sub>	4.4529625721687855	R	0.8988264277765473
	H <sub>2</sub> over	8.26007225640357		1.667288040057205
	H <sub>2</sub> n/o	3.2801519521547213		0.6620956753929222

### Висновки

У процесі виконання лабораторної роботи ми вчилися визначати частоту літер і біграм у тексті, а також обчислювати значення його ентропії та надлишковості. Під час роботи з різними текстами ми зауважили, що на ентропію значно впливають як довжина тексту, так і його структура (наявність повторюваних символів тощо). У текстах з високим рівнем впорядкованості (наприклад, з частими повтореннями слів чи символів) ентропія виявлялася нижчою, що свідчить про меншу кількість інформації, необхідної для його передачі. Крім того, ми дослідили, що висока надлишковість вказує на наявність багатьох передбачуваних елементів у тексті.