

**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:

Символ	Значення
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):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	
	0,00439	0,00266	0,00695	0,01636	0,00294	0,00825	0,00385	0,0022	0,00457	0,01164	1,1E-05	0,00812	0,00249	0,00578	0,01567
а	0,01679	3E-05	0,00056	0,00272	0,00068	0,00192	0,00117	0,00157	0,00367	0,00011	0,00071	0,0054	0,00719	0,00329	0,00299
б	0,00042	0,00067	1,8E-06	3E-05	0	1,2E-05	0,0021	1,8E-06	0	0,00072	0	0,00014	0,00066	5,3E-05	0,00021
в	0,00572	0,00533	1,8E-06	3,9E-05	2,1E-05	0,0009	0,00506	0	0,00053	0,00285	0	0,00011	0,00052	0,00011	0,00156
г	0,00101	0,00083	0	7E-06	1,8E-06	0,00105	0,00014	0	0	0,0005	0	5,1E-05	0,0013	5,6E-05	0,00026
д	0,00087	0,00517	3,3E-05	0,00099	7E-06	4,7E-05	0,00419	1,9E-05	1,4E-05	0,00233	0	0,00023	0,00053	8,1E-05	0,00178
е	0,01806	1,6E-05	0,00128	0,00114	0,0033	0,00263	0,00155	0,00078	0,0012	0,00013	0,00192	0,00125	0,00556	0,00418	0,00644
ж	0,00072	0,00127	1,9E-05	0	1,8E-06	0,0006	0,00434	7E-06	0	0,00129	0	9,8E-05	1,8E-05	7E-06	0,00068
з	0,00129	0,0047	0,0001	0,00084	0,00035	0,00072	0,00017	5,4E-05	4,2E-05	0,00035	0	9,8E-05	0,00026	0,00019	0,00173
и	0,01729	5,3E-05	0,0007	0,00235	0,00037	0,0016	0,00158	0,00023	0,00164	0,0005	0,00087	0,00233	0,00487	0,00252	0,00311
й	0,00596	1,8E-06	1,9E-05	1,8E-06	1,8E-06	0,00029	0	0	0	3,5E-06	0	0,00018	9,3E-05	3,9E-05	0,00027
к	0,00482	0,0067	0	0,00025	0	0	0,0004	1,8E-06	7E-06	0,00192	0	7E-06	0,00052	7E-06	0,00058
л	0,00733	0,00503	2,6E-05	2,5E-05	0,00013	2,1E-05	0,00374	0,0003	7E-06	0,00513	0	0,00027	4E-05	8,8E-06	0,00025
м	0,00741	0,0029	1,8E-05	1,8E-06	6,8E-05	5,3E-06	0,00382	0	0	0,00281	0	7,5E-05	7,9E-05	1,2E-05	0,00158
н	0,00458	0,00974	8,8E-06	8,8E-06	1,4E-05	0,00032	0,00983	1,8E-06	1,1E-05	0,00755	0	0,00026	0	3,5E-06	0,00238
о	0,02332	3,5E-06	0,00349	0,0077	0,00392	0,00496	0,00167	0,00207	0,0009	0,00062	0,00293	0,00149	0,00579	0,00518	0,00609
п	4,6E-05	0,00084	0	0	0	0	0,00288	0	0	0,00089	0	8,6E-05	0,00061	0	0,00011
р	0,0007	0,00764	0,00011	0,00036	0,00015	0,00028	0,00498	0,00023	3,3E-05	0,00499	0	0,00018	6E-05	0,00029	0,00071
с	0,00352	0,00172	8,6E-05	0,00115	3,2E-05	0,00021	0,00438	3E-05	1,2E-05	0,00146	0	0,00344	0,00249	0,00105	0,00094
т	0,00591	0,00572	7E-06	0,00214	1,1E-05	7,9E-05	0,00545	0	1,6E-05	0,00312	0	0,00035	0,00022	3,5E-05	0,00118
у	0,00684	3E-05	0,00064	0,00065	0,00139	0,00192	0,00017	0,00174	0,00024	1,2E-05	0,00023	0,00068	0,00168	0,00171	0,00059
ф	1,4E-05	0,0002	0	0	0	0	4,4E-05	0	0	0,00022	0	0	1,1E-05	5,3E-06	0
х	0,00271	0,00041	0	0,00018	0	0	0,00029	0	1,1E-05	0,0007	0	3,5E-06	0,00013	8,8E-05	0,00017
ц	0,00032	0,00055	0	3E-05	0	0	0,00078	0	0	0,00013	0	2,8E-05	0	5,3E-06	1,8E-06
ч	0,00034	0,00255	0	1,8E-06	0	0	0,00385	0	0	0,0015	0	0,00056	8,8E-06	0	0,00083
ш	6E-05	0,00097	0	5,3E-06	0	0	0,0022	0	0	0,00133	0	0,00048	0,00055	1,4E-05	0,00043
щ	7E-06	0,00039	0	0	0	0	0,00137	0	0	0,00054	0	0	0	0	3,7E-05
ы	0,00406	3,5E-06	0,00015	0,00077	0,00012	0,00012	0,00069	3E-05	4E-05	1,2E-05	0,00133	0,00017	0,00196	0,00088	0,00016
ь	0,01191	1,8E-06	5,8E-05	2,3E-05	0,00013	3,5E-05	0,00047	0	0,00015	0,00014	0	0,00134	0	0,00039	0,00216
э	7E-06	0	0	5,3E-06	5,3E-06	1,1E-05	0	0	0	0	1,4E-05	5,1E-05	3,5E-06	3,5E-06	2,6E-05
ю	0,00289	1,8E-06	0,00029	7E-06	0	0,00029	0	1,2E-05	5,3E-06	3,5E-06	1,8E-06	2,3E-05	5,3E-06	5,4E-05	4,9E-05
я	0,01109	0	8,8E-06	0,00025	6,5E-05	0,00052	7,9E-05	0,00012	0,00022	3,5E-05	0,00011	0,00018	0,00082	0,00032	0,00063

о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я
0,01125	0,01582	0,00512	0,01498	0,00898	0,00443	0,00035	0,00148	0,00031	0,00605	0,00065	7,7E-05	0	0	0,00266	4,2E-05	0,00235
3,5E-05	0,0008	0,00186	0,00467	0,00416	4,7E-05	5,8E-05	0,00091	5,4E-05	0,00081	0,00087	0,00026	0	0	3,5E-06	0,00083	0,00199 а
0,00201	0	0,00129	0,00018	5,3E-06	0,00128	0	5,8E-05	1,8E-06	8,8E-06	1,1E-05	0,00017	0,00374	0,00017	0	0	0,00059 б
0,00615	0,00044	0,00045	0,00364	0,00022	0,00058	0	7,2E-05	1,8E-05	0,00022	0,00062	1,8E-06	0,0025	0,00016	0	0	0,00022 в
0,00749	0	0,00049	1,1E-05	1,4E-05	0,00046	0	0	0	2,8E-05	0	0	0	0	1,8E-06	0	0 г
0,00369	8,3E-05	0,0017	0,00026	0,00032	0,00202	0	4,4E-05	0,00029	4,9E-05	6,8E-05	3,5E-06	0,00046	0,00103	0	1,4E-05	0,0005 д
0,00027	0,00117	0,00585	0,00428	0,00549	0,00016	1,2E-05	0,00048	0,0003	0,00129	0,0011	0,00095	0	0	0,00023	0,00022 е	
1,6E-05	0	5,3E-06	1,2E-05	3,5E-06	0,00024	0	0	1,8E-06	0	0	0	0	5,3E-05	0	0	0 ж
0,00055	1,8E-05	0,00022	3,5E-06	1,2E-05	0,00079	0	0	0	1,9E-05	8,8E-06	0	0,00025	0,00014	0	3,5E-06	0,00042 з
0,00017	0,00023	0,00072	0,00188	0,00419	3,5E-06	1,8E-05	0,00184	0,00094	0,00135	0,00064	0,00012	0	0	8,8E-06	0,00029	0,00111 и
1,2E-05	5,3E-06	3,5E-06	0,0004	0,00045	0	3,5E-06	1,8E-06	2,3E-05	0,00018	0,00018	0	0	0	1,8E-06	0	0 й
0,00873	5,3E-06	0,00153	0,0003	0,00061	0,00124	0	2,6E-05	3,5E-06	0	8,8E-06	0	0	0	1,8E-06	0	0 к
0,00529	7E-05	5,3E-06	0,00153	0,00013	0,00143	3,5E-06	0	1,8E-06	0,00021	0	1,8E-06	0,00064	0,00485	0	0,00073	0,00126 л
0,0038	4,4E-05	4,4E-05	8,6E-05	0,00016	0,00211	1,1E-05	0	1,1E-05	5,4E-05	5,3E-06	0	0,00083	0,0001	1,8E-06	1,8E-06	0,0003 м
0,00956	3,5E-06	6,1E-05	0,00022	0,00041	0,00284	4E-05	5,3E-06	0,00012	0,00017	3,5E-06	7,7E-05	0,00235	0,0013	0	0,00022	0,0015 н
0,00027	0,00146	0,00501	0,00569	0,00679	9,7E-05	0,00012	0,0005	8,4E-05	0,00236	0,00105	0,00024	0	0	5,3E-06	0,00062	0,00059 о
0,00884	4,2E-05	0,00664	1,1E-05	4,6E-05	0,00082	0	0	7E-06	2,1E-05	1,1E-05	0	0,00022	0,00019	0	0	0,00063 п
0,00717	9,8E-05	2,5E-05	0,00012	0,00068	0,00262	0,00022	7,4E-05	1,4E-05	8,3E-05	0,00023	1,6E-05	0,00075	0,00099	0	0,0002	0,00102 р
0,00238	0,00173	0,00016	0,00053	0,0093	0,00069	3,5E-06	0,00021	4,4E-05	0,00035	5,3E-05	1,8E-06	0,00021	0,00316	0	0,00024	0,00379 с
0,01432	7,7E-05	0,00289	0,0011	9,8E-05	0,0017	0	1,6E-05	6,7E-05	0,00032	3,5E-06	2,6E-05	0,00151	0,0066	1,8E-05	6,1E-05	0,0004 т
2,3E-05	0,00064	0,00041	0,001	0,00167	1,8E-06	5,3E-06	0,00044	7E-06	0,00073	0,00063	0,00026	0	0	0	0,00073	4,6E-05 у
0,00011	0	3,7E-05	1,8E-06	2,1E-05	0,00012	3,5E-06	0	0	0	0	0	2,3E-05	5,3E-05	0	0	0 ф
0,00234	1,8E-06	9E-05	1,9E-05	5,8E-05	0,00014	0	0	0	0	1,2E-05	0	0	0	1,8E-06	0	0 х
0,00017	0	0	0	1,4E-05	0,00021	0	0	0	1,8E-06	0	0	0,00019	0	0	0	0 ц
8,3E-05	0	6,5E-05	1,8E-06	0,00391	0,0007	0	0	0	1,8E-06	0,00014	0	0	0,00024	0	0	0 ч
0,00021	0	0	0	6,1E-05	0,0002	0	0	0	0	0	0	0	0,0007	0	0	0 ш
0	0	3,5E-06	0	0	0,00015	0	0	0	0	0	0	0	4E-05	0	0	0 щ
1,8E-06	0,00012	0,00022	0,00063	0,00076	1,8E-06	0	0,00079	1,8E-06	0,00012	0,0005	5,3E-06	0	0	0	0	3,5E-06 ы
2,6E-05	7E-06	1,9E-05	0,00088	0,00026	1,8E-06	8,8E-06	0,0002	5,3E-05	0,0001	0,00034	4E-05	0	0	1,8E-06	0,00032	0,00073 ь
0	1,8E-06	0	5,3E-06	0,00253	0	3,5E-06	3,7E-05	0	0	0	0	0	0	7E-06	0	0 э
5,3E-06	7E-06	2,8E-05	0,00021	0,00042	0	0	1,1E-05	0	9,8E-05	4,9E-05	0,00016	0	0	0	4,2E-05	0 ю
2,1E-05	7,2E-05	9,5E-05	0,0007	0,00165	1,8E-06	0	0,00016	9E-05	0,00017	1,2E-05	0,00012	0	0	1,8E-06	0,0001	8,8E-05 я

Біграми з пробілом (not overlapped):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м				
	0,00433	0,0026	0,00684	0,0165	0,00303	0,00822	0,00382	0,0021	0,00459	0,01163	3,5E-06	0,00817	0,00246	0,00583			
а	0,01674	2,5E-05	0,00055	0,00261	0,00071	0,00184	0,00112	0,00162	0,00378	0,0001	0,00078	0,0054	0,00718	0,00328			
б	0,00042	0,00068	0	4,6E-05	0	1,1E-05	0,00212	0	0	0,00072	0	0,00013	0,00072	4,6E-05			
в	0,00581	0,00539	3,5E-06	4,6E-05	1,8E-05	0,0009	0,00516	0	0,00055	0,00277	0	0,00013	0,00048	0,00013			
г	0,00095	0,00088	0	7E-06	0	0,00099	0,00013	0	0	0,00051	0	4,9E-05	0,00128	5,6E-05			
д	0,00096	0,00518	3,9E-05	0,00101	7E-06	5,6E-05	0,00422	1,1E-05	1,1E-05	0,00216	0	0,00024	0,00054	9,5E-05			
е	0,01781	2,1E-05	0,00127	0,00107	0,00329	0,00268	0,00156	0,00075	0,00113	0,00011	0,0019	0,00127	0,00563	0,00429			
ж	0,0008	0,0013	2,1E-05	0	0	0,00063	0,00438	3,5E-06	0	0,0013	0	9,5E-05	1,8E-05	1,1E-05			
з	0,00126	0,00464	0,00012	0,00086	0,00029	0,00072	0,00015	4,9E-05	4,2E-05	0,00031	0	9,8E-05	0,00028	0,00016			
и	0,01709	5,3E-05	0,00069	0,00235	0,00037	0,00158	0,00148	0,00025	0,00169	0,00048	0,00083	0,00245	0,00481	0,00244			
й	0,00598	0	2,5E-05	0	0	0,00026	0	0	0	0	0	0,00015	9,8E-05	2,5E-05			
к	0,00483	0,00675	0	0,00024	0	0	0,00039	0	1,4E-05	0,00194	0	1,1E-05	0,00053	3,5E-06			
л	0,00734	0,00504	2,8E-05	2,8E-05	0,00013	1,4E-05	0,00385	0,0003	0	0,00516	0	0,0002	3,5E-05	3,5E-06			
м	0,00738	0,00294	2,5E-05	3,5E-06	6,7E-05	1,1E-05	0,00385	0	0	0,00283	0	6E-05	8,1E-05	1,1E-05			
н	0,00473	0,00977	1,1E-05	7E-06	7E-06	0,00038	0,00976	3,5E-06	1,4E-05	0,00761	0	0,00025	0	3,5E-06			
о	0,02324	3,5E-06	0,00351	0,00753	0,00411	0,00495	0,00173	0,00203	0,00095	0,00064	0,003	0,00147	0,00585	0,00516			
п	4,6E-05	0,00079	0	0	0	0	0,00297	0	0	0,00089	0	7,7E-05	0,00059	0			
р	0,00075	0,00755	0,00012	0,0004	0,00012	0,0003	0,0051	0,00022	3,5E-05	0,00519	0	0,00018	5,6E-05	0,0003			
с	0,00338	0,00178	9,8E-05	0,00116	2,5E-05	0,00019	0,0044	2,5E-05	7E-06	0,00145	0	0,00346	0,00252	0,00114			
т	0,00581	0,00572	1,1E-05	0,00212	3,5E-06	7,4E-05	0,00532	0	2,5E-05	0,00313	0	0,00035	0,00022	3,9E-05			
у	0,00679	3,5E-05	0,00061	0,00068	0,00144	0,0019	0,00016	0,00164	0,00023	2,1E-05	0,00025	0,00065	0,00159	0,00165			
ф	1,4E-05	0,00019	0	0	0	0	3,9E-05	0	0	0,00022	0	0	1,4E-05	3,5E-06			
х	0,00266	0,00044	0	0,00018	0	0	0,00033	0	1,4E-05	0,0007	0	7E-06	0,00016	6,7E-05			
ц	0,00032	0,00055	0	3,2E-05	0	0	0,00083	0	0	0,0001	0	2,1E-05	0	7E-06			
ч	0,00033	0,00254	0	3,5E-06	0	0	0,00392	0	0	0,00156	0	0,00056	1,1E-05	0			
ш	5,6E-05	0,00096	0	7E-06	0	0	0,00213	0	0	0,00133	0	0,00048	0,00052	1,4E-05			
щ	1,1E-05	0,00039	0	0	0	0	0,00136	0	0	0,00054	0	0	0	0			
ы	0,00407	3,5E-06	0,00016	0,00074	0,00014	0,00012	0,0007	2,8E-05	4,9E-05	1,8E-05	0,00136	0,00015	0,00198	0,0008			
ь	0,01218	0	6,3E-05	2,1E-05	0,00014	2,1E-05	0,00047	0	0,00019	0,00013	0	0,00127	0	0,00043			
э	1,1E-05	0	0	1,1E-05	3,5E-06	3,5E-06	0	0	0	0	2,5E-05	2,1E-05	7E-06	3,5E-06			
ю	0,00287	0	0,00031	3,5E-06	0	0,00033	0	1,4E-05	1,1E-05	7E-06	3,5E-06	2,1E-05	7E-06	6,7E-05			
я	0,01088	0	7E-06	0,00026	8,1E-05	0,00049	8,8E-05	0,00015	0,00023	4,6E-05	0,00013	0,00017	0,00086	0,00032			
н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я
0,01564	0,01139	0,01583	0,00527	0,01498	0,00921	0,00459	0,00035	0,00155	0,00034	0,00586	0,00069	9,5E-05	0	0	0,00259	3,5E-05	0,00242
0,003	2,5E-05	0,00077	0,00184	0,00475	0,0042	5,3E-05	5,6E-05	0,00094	6,7E-05	0,00087	0,00085	0,00025	0	0	0	0,00076	0,00192
0,00021	0,00203	0	0,00127	0,00017	3,5E-06	0,00122	0	8,4E-05	0	1,1E-05	7E-06	0,00017	0,00373	0,00017	0	0	0,0006
0,00153	0,00616	0,00045	0,00043	0,00357	0,00026	0,00059	0	6,3E-05	2,8E-05	0,00022	0,00061	0	0,00243	0,00015	0	0	0,00024
0,00024	0,00732	0	0,00051	1,8E-05	7E-06	0,00044	0	0	0	3,5E-05	0	0	0	0	0	0	0
0,00175	0,00371	8,4E-05	0,00169	0,00024	0,00032	0,00217	0	3,5E-05	0,00032	6E-05	4,9E-05	3,5E-06	0,00054	0,00099	0	1,4E-05	0,00051
0,00637	0,00029	0,00123	0,00575	0,0043	0,00549	0,00017	7E-06	0,00045	0,00029	0,0012	0,00118	0,00095	0	0	0	0,00024	0,00024
0,00068	2,1E-05	0	3,5E-06	1,4E-05	0	0,00024	0	0	3,5E-06	0	0	0	0	5,6E-05	0	0	0
0,00172	0,00052	1,8E-05	0,00022	3,5E-06	1,4E-05	0,00081	0	0	0	2,5E-05	1,4E-05	0	0,00024	0,00013	0	0	0,00038
0,00304	0,0002	0,00027	0,00074	0,00188	0,00427	3,5E-06	3,2E-05	0,00188	0,00092	0,0014	0,00069	0,00014	0	0	1,1E-05	0,00028	0,00112
0,00021	0	7E-06	3,5E-06	0,0004	0,00042	0	3,5E-06	3,5E-06	2,1E-05	0,00019	0,00018	0	0	0	3,5E-06	0	0
0,00056	0,00873	7E-06	0,00151	0,00027	0,00065	0,00127	0	2,5E-05	0	0	7E-06	0	0	0	3,5E-06	0	0
0,00023	0,0053	6,7E-05	7E-06	0,00147	0,00014	0,00138	3,5E-06	0	3,5E-06	0,0002	0	3,5E-06	0,00063	0,00492	0	0,00067	0,00125
0,00154	0,00368	5,6E-05	5,3E-05	8,1E-05	0,00016	0,00214	3,5E-06	0	1,8E-05	3,9E-05	0	0	0,00084	9,1E-05	0	3,5E-06	0,00034
0,00242	0,00956	7E-06	7E-05	0,00021	0,00044	0,00292	2,8E-05	7E-06	0,00012	0,00013	0	6,7E-05	0,00235	0,00133	0	0,0002	0,0015
0,00601	0,00024	0,00148	0,00508	0,00565	0,00695	0,00011	0,00014	0,00048	6,7E-05	0,00237	0,00112	0,00023	0	0	1,1E-05	0,00067	0,00055
0,00011	0,00896	4,2E-05	0,00638	1,4E-05	3,5E-05	0,00085	0	0	7E-06	1,4E-05	1,1E-05	0	0,00023	0,00018	0	0	0,00061
0,00072	0,00717	7,4E-05	2,8E-05	0,00015	0,00069	0,00259	0,00021	8,4E-05	1,1E-05	6,7E-05	0,00024	1,4E-05	0,00074	0,00096	0	0,00022	0,00104
0,00102	0,00234	0,00177	0,00015	0,00055	0,00925	0,00073	3,5E-06	0,00022	5,3E-05	0,00035	6,3E-05	3,5E-06	0,00019	0,00303	0	0,00023	0,00389
0,00118	0,01412	8,1E-05	0,00276	0,00111	9,5E-05	0,00171	0	1,1E-05	6E-05	0,00032	3,5E-06	2,8E-05	0,00153	0,00655	1,1E-05	6,3E-05	0,00037
0,00059	2,8E-05	0,00062	0,00039	0,00099	0,00163	0	7E-06	0,00046	7E-06	0,00071	0,00059	0,00023	0	0	0	0,00066	4,6E-05
0	0,00012	0	3,5E-05	0	2,5E-05	0,00014	3,5E-06	0	0	0	0	0	2,8E-05	4,9E-05	0	0	0
0,00018	0,00222	0	9,5E-05	3,5E-06	4,9E-05	0,00014	0	0	0	3,5E-06	0	0	0	3,5E-06	0	0	0
0	0,00017	0	0	0	7E-06	0,00019	0	0	0	0	0	0	0,0002	0	0	0	0
0,00082	8,4E-05	0	4,2E-05	0	0,00399	0,00074	0	0	0	0	0,00014	0	0	0,00027	0	0	0
0,0004	0,00024	0	0	0	7,7E-05	0,0002	0	0	0	0	0	0	0	0,00065	0	0	0
3,9E-05	0	0	3,5E-06	0	0	0,00017	0	0	0	0	0	0	0	4,2E-05	0	0	0
0,00018	0	0,00012	0,00021	0,0006	0,00073	0	0	0,00082	3,5E-06	0,00015	0,0005	3,5E-06	0	0	0	0	7E-06
0,00217	2,1E-05	3,5E-06	2,1E-05	0,00084	0,00026	0	7E-06	0,00016	3,5E-05	9,5E-05	0,00031	2,1E-05	0	0	3,5E-06	0,00034	0,00079
3,9E-05	0	3,5E-06	0	3,5E-06	0,0026	0	0	3,5E-05	0	0	0	0	0	0	1,1E-05	0	0
5,6E-05	7E-06	7E-06	2,5E-05	0,00023	0,00046	0	0	1,1E-05	0	0,0001	4,6E-05	0,00017	0	0	0	4,9E-05	0
0,00061	1,1E-05	8,4E-05	0,00011	0,00072	0,00161	3,5E-06	0	0,00015	9,8E-05	0,00015	1,4E-05	0,00014	0	0	3,5E-06	9,8E-05	8,8E-05

Біграми без пробілу (overlapped):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о
а	0,00033	0,00139	0,00523	0,00116	0,00341	0,00195	0,00208	0,00497	0,00162	0,00086	0,00751	0,00905	0,00475	0,00549	0,00136
б	0,0008	6,3E-06	6,1E-05	0	1,5E-05	0,00255	2,1E-06	1,3E-05	0,00091	0	0,00018	0,00079	7E-05	0,00029	0,00251
в	0,00651	0,00023	0,00048	0,00027	0,00142	0,00625	4E-05	0,00078	0,00368	6,3E-06	0,00066	0,00073	0,00026	0,00252	0,00785
г	0,00103	3E-05	0,00013	1,9E-05	0,00134	0,00019	4,2E-06	4,9E-05	0,00066	0	0,00013	0,00157	0,0001	0,00041	0,00916
д	0,00626	8E-05	0,00129	2,3E-05	0,00011	0,00507	3,2E-05	5,9E-05	0,00287	0	0,00036	0,00066	0,00013	0,00229	0,00449
е	0,00028	0,00252	0,00374	0,00439	0,0043	0,00228	0,00116	0,00224	0,00157	0,00232	0,00229	0,0071	0,0061	0,00958	0,00168
ж	0,00154	6,3E-05	5,1E-05	8,5E-06	0,00076	0,00525	8,5E-06	1,9E-05	0,00165	0	0,00019	3E-05	2,5E-05	0,00092	0,00012
з	0,00568	0,00014	0,00117	0,00045	0,00098	0,00024	7,6E-05	7,6E-05	0,00047	0	0,00025	0,00034	0,00028	0,00222	0,00073
и	0,0003	0,00171	0,00513	0,00078	0,00296	0,00236	0,00046	0,0026	0,00172	0,00105	0,00395	0,00611	0,00364	0,0058	0,00166
й	0,00011	0,00023	0,00054	0,00026	0,00076	9,3E-05	0,00011	0,00018	0,00065	0	0,0006	0,00022	0,00037	0,00091	0,00038
к	0,00813	0,00064	0,00077	8,7E-05	0,00027	0,00057	0,00013	0,00011	0,00276	2,1E-06	0,00025	0,00073	0,00021	0,00123	0,01087
л	0,00625	0,00032	0,00083	0,00032	0,00035	0,00491	0,00039	0,00024	0,00685	0	0,0007	0,00013	0,00019	0,00108	0,00757
м	0,00363	0,00032	0,00083	0,00026	0,00049	0,00473	0,00017	0,00026	0,00409	0	0,00047	0,00021	0,0003	0,00269	0,00526
н	0,01181	0,00029	0,00065	0,00011	0,00057	0,01196	2,5E-05	0,00017	0,00947	2,1E-06	0,00059	8,9E-05	0,00015	0,00334	0,01187
о	0,00024	0,00571	0,01252	0,00523	0,00733	0,00276	0,00307	0,00184	0,00236	0,00353	0,00298	0,00741	0,00723	0,00983	0,00235
п	0,00102	8,5E-06	2,1E-06	2,1E-06	2,1E-06	0,00348	0	6,3E-06	0,00108	0	0,00011	0,00074	2,1E-06	0,00013	0,01066
р	0,00924	0,00017	0,00049	0,0002	0,00037	0,00601	0,00028	4,9E-05	0,0061	2,1E-06	0,00026	7,2E-05	0,00036	0,00093	0,00869
с	0,00214	0,00026	0,0017	0,00011	0,00048	0,00534	0,00028	0,00011	0,00191	0	0,00439	0,00312	0,00144	0,00165	0,0031
т	0,00715	0,00043	0,00321	0,00011	0,00047	0,00675	0,00013	0,00018	0,00432	0	0,00079	0,00035	0,00026	0,00202	0,01771
у	0,00023	0,00099	0,00157	0,00177	0,00273	0,00032	0,00223	0,00051	0,00072	0,00027	0,00123	0,00211	0,0024	0,00167	0,00046
ф	0,00025	2,1E-06	0	0	0	5,3E-05	0	0	0,00028	0	0	1,5E-05	6,3E-06	0	0,00013
х	0,00054	0,00016	0,0005	6,6E-05	0,00022	0,00041	3,6E-05	8,9E-05	0,00116	0	0,00017	0,00024	0,00024	0,00044	0,00301
ц	0,00068	2,1E-06	7,4E-05	4,2E-06	4,2E-06	0,00095	2,1E-06	1,3E-05	0,00019	0	5,7E-05	2,1E-06	1,1E-05	3,4E-05	0,00023
ч	0,00308	1,3E-05	4,4E-05	6,3E-06	1,1E-05	0,00465	2,1E-06	8,5E-06	0,00184	0	0,00072	1,9E-05	1,3E-05	0,00105	0,00012
ш	0,00117	8,5E-06	1,3E-05	2,1E-06	2,1E-06	0,00265	2,1E-06	2,1E-06	0,00161	0	0,00058	0,00066	1,9E-05	0,00052	0,00026
щ	0,00047	0	0	0	0	0,00166	0	0	0,00065	0	0	0	0	4,4E-05	0
ы	5,1E-05	0,00038	0,00143	0,00023	0,00043	0,00096	7,6E-05	0,0002	0,00044	0,0016	0,00041	0,00241	0,00129	0,00074	0,00029
ь	0,00032	0,00049	0,00137	0,00032	0,00071	0,00103	0,00012	0,00054	0,00146	0	0,0024	0,00022	0,00094	0,00421	0,00095
э	0	0	8,5E-06	6,3E-06	1,5E-05	0	0	0	0	1,7E-05	6,1E-05	4,2E-06	4,2E-06	3,2E-05	0
ю	9,5E-05	0,00045	0,00031	5,7E-05	0,00053	4,2E-05	8,9E-05	8,7E-05	0,00029	2,1E-06	0,00027	6,6E-05	0,0002	0,00033	0,00021
я	0,00043	0,00047	0,00171	0,00027	0,0013	0,0004	0,00031	0,00066	0,00116	0,00014	0,0008	0,00117	0,00077	0,00219	0,00081

п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я
0,00292	0,00276	0,00731	0,00625	0,00062	0,0001	0,00124	9,5E-05	0,00171	0,00113	0,00033	0	0	0,00034	0,00101	0,00277
1,7E-05	0,00156	0,00023	3,6E-05	0,0016	0	7,2E-05	2,1E-06	4E-05	1,3E-05	0,00021	0,0045	0,00021	9,1E-05	0	0,00074
0,00123	0,00081	0,00512	0,00083	0,00091	1,5E-05	0,00013	3,2E-05	0,00043	0,0008	8,5E-06	0,00302	0,00019	0,00032	6,3E-06	0,0003
0,00015	0,00068	0,00012	5,5E-05	0,0006	4,2E-06	4,2E-06	0	5,5E-05	0	0	0	0	1,5E-05	0	1,5E-05
0,00019	0,00207	0,00043	0,00043	0,00247	2,1E-06	5,7E-05	0,00035	8E-05	8,9E-05	4,2E-06	0,00055	0,00124	1,9E-05	1,7E-05	0,00062
0,00377	0,00768	0,00729	0,00765	0,00078	4,9E-05	0,00086	0,00039	0,00216	0,00141	0,00116	0	0	0,00036	0,00028	0,00048
5,7E-05	1,5E-05	6,6E-05	5,7E-05	0,0003	0	2,1E-06	2,1E-06	2,1E-05	0	0	0	6,3E-05	3,6E-05	0	4,2E-05
0,00022	0,0003	0,00015	0,00015	0,00101	4,2E-06	8,5E-06	1,1E-05	7,8E-05	1,7E-05	6,3E-06	0,0003	0,00017	2,3E-05	4,2E-06	0,00051
0,00237	0,00148	0,00448	0,00619	0,00062	6,8E-05	0,00243	0,00118	0,00225	0,00084	0,00015	0	0	0,00027	0,00035	0,0016
0,0007	0,00039	0,00118	0,00081	0,00015	3E-05	7E-05	4,9E-05	0,00058	0,00028	2,1E-06	0	0	8,3E-05	6,3E-06	5,9E-05
0,0004	0,00207	0,00084	0,00106	0,00164	8,5E-06	7,6E-05	1,3E-05	0,00023	2,3E-05	2,1E-06	0	0	0,0001	2,1E-06	0,00011
0,0008	0,00056	0,00252	0,00049	0,00188	1,7E-05	4E-05	4,2E-06	0,00066	3E-05	6,3E-06	0,00077	0,00584	0,00011	0,00087	0,00163
0,00097	0,00031	0,00103	0,00055	0,00283	6,6E-05	7,8E-05	2,5E-05	0,00039	5,3E-05	2,1E-06	0,00099	0,00012	0,00013	4,2E-06	0,0005
0,00064	0,00026	0,00087	0,00077	0,00361	5,5E-05	6,1E-05	0,00015	0,00036	3E-05	9,9E-05	0,00283	0,00157	6,8E-05	0,00027	0,00186
0,00428	0,00676	0,00929	0,00975	0,0009	0,00019	0,00085	0,00015	0,00396	0,00136	0,00029	0	0	0,00039	0,00075	0,00119
5,5E-05	0,008	1,5E-05	5,5E-05	0,00099	0	2,1E-06	8,5E-06	2,8E-05	1,3E-05	0	0,00027	0,00023	0	0	0,00076
0,00029	5,3E-05	0,00023	0,00086	0,00317	0,00027	9,1E-05	1,7E-05	0,00011	0,00028	1,9E-05	0,00091	0,00119	1,3E-05	0,00025	0,00124
0,00249	0,00026	0,00097	0,01152	0,00102	1,3E-05	0,00029	6,1E-05	0,00051	8,7E-05	2,1E-06	0,00025	0,00381	5,1E-05	0,00029	0,00459
0,0007	0,00368	0,00192	0,00052	0,00224	1,5E-05	5,1E-05	9,3E-05	0,00069	2,8E-05	3,2E-05	0,00182	0,00795	0,00013	7,6E-05	0,00058
0,0015	0,0007	0,00185	0,00248	0,00016	3,6E-05	0,00062	1,7E-05	0,00136	0,00079	0,00032	0	0	9,5E-05	0,00088	0,00023
2,1E-06	4,4E-05	2,1E-06	2,8E-05	0,00015	4,2E-06	0	0	2,1E-06	0	0	2,8E-05	6,3E-05	0	0	0
0,00041	0,00019	0,00029	0,00022	0,00026	6,3E-06	1,3E-05	6,3E-06	7,8E-05	3E-05	4,2E-06	0	0	7,2E-05	0	2,3E-05
5,1E-05	1,5E-05	3,2E-05	4,2E-05	0,00027	4,2E-06	2,1E-06	0	2,1E-05	2,1E-06	0	0,00023	0	2,1E-06	2,1E-06	1,1E-05
5,1E-05	0,0001	4E-05	0,00473	0,00086	0	6,3E-06	0	4,2E-06	0,00017	0	0	0,00029	4,2E-06	0	4,2E-06
4,2E-06	6,3E-06	1,1E-05	7,4E-05	0,00024	0	0	2,1E-06	2,1E-06	0	0	0	0,00084	0	0	2,1E-06
0	6,3E-06	0	0	0,00019	0	0	0	0	0	0	0	4,9E-05	0	0	0
0,00053	0,00039	0,0012	0,00126	0,00013	0	0,00098	6,3E-06	0,0003	0,00061	8,5E-06	0	0	8,5E-05	2,1E-06	4,9E-05
0,00127	0,00034	0,00217	0,00108	0,00032	4E-05	0,00041	0,0001	0,00079	0,00044	5,5E-05	0	0	0,00022	0,00038	0,00117
2,1E-06	0	6,3E-06	0,00305	0	4,2E-06	4,4E-05	0	4,2E-06	0	0	0	0	8,5E-06	0	0
0,00035	0,00015	0,00058	0,00069	6,6E-05	2,8E-05	3,4E-05	1,5E-05	0,00028	7,8E-05	0,0002	0	0	4,4E-05	5,1E-05	4E-05
0,00125	0,00059	0,00203	0,00273	0,00028	2,1E-05	0,00034	0,00014	0,00064	7E-05	0,00015	0	0	0,00017	0,00012	0,00025

Біграми без пробілу (not overlapped):

	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	й	к	л	м	н	о
а	0,00036	0,00136	0,00534	0,00111	0,00348	0,0019	0,00199	0,005	0,00158	0,00088	0,00762	0,00876	0,00465	0,00563	0,00135
б	0,00078	1,3E-05	6,3E-05	0	1,3E-05	0,00254	0	1,7E-05	0,00091	0	0,00017	0,00084	6,3E-05	0,00028	0,00252
в	0,00629	0,00023	0,00045	0,00031	0,00147	0,00633	4,7E-05	0,0008	0,00365	8,5E-06	0,00067	0,00064	0,00025	0,0025	0,00787
г	0,00105	4,2E-05	0,00014	1,7E-05	0,00132	0,0002	8,5E-06	5,5E-05	0,00066	0	0,00012	0,00151	0,00011	0,00041	0,0093
д	0,00623	8E-05	0,0012	2,5E-05	0,00013	0,00496	1,7E-05	4,7E-05	0,00273	0	0,00033	0,00072	0,00011	0,00226	0,00431
е	0,00026	0,00249	0,00372	0,00442	0,00442	0,00222	0,00108	0,00223	0,00156	0,00237	0,00216	0,00702	0,00619	0,00961	0,00165
ж	0,00162	4,2E-05	5,9E-05	8,5E-06	0,00084	0,00541	8,5E-06	1,7E-05	0,0017	0	0,00021	3E-05	3E-05	0,00092	0,00012
з	0,0057	0,00014	0,00112	0,00044	0,00099	0,00023	6,3E-05	9,3E-05	0,00047	0	0,00024	0,00032	0,0003	0,00225	0,00065
и	0,00032	0,00174	0,00524	0,00075	0,00312	0,00226	0,00044	0,0026	0,00175	0,00098	0,00388	0,00601	0,00352	0,00581	0,00162
й	0,00011	0,00022	0,0006	0,00026	0,00072	0,00012	0,00011	0,00017	0,0006	0	0,00061	0,00023	0,00032	0,0009	0,00036
к	0,00831	0,00063	0,00076	8,5E-05	0,00025	0,00059	9,7E-05	0,0001	0,00274	0	0,00022	0,00075	0,00021	0,00127	0,01099
л	0,00662	0,00034	0,00078	0,00032	0,00037	0,00491	0,00035	0,00029	0,00716	0	0,0007	0,0001	0,00022	0,0011	0,00751
м	0,00356	0,00031	0,00084	0,00023	0,00052	0,00493	0,00016	0,00024	0,00408	0	0,00044	0,0002	0,00033	0,00276	0,00524
н	0,012	0,00029	0,00061	9,3E-05	0,00053	0,01211	1,7E-05	0,00016	0,00942	0	0,00061	0,00011	0,00016	0,00331	0,01188
о	0,00027	0,00568	0,01255	0,00529	0,00723	0,00274	0,00314	0,00183	0,0024	0,00348	0,00295	0,00723	0,00719	0,00996	0,00249
п	0,0009	4,2E-06	4,2E-06	0	4,2E-06	0,00348	0	4,2E-06	0,00107	0	0,00011	0,00081	4,2E-06	0,00013	0,01082
р	0,00907	0,00013	0,00052	0,00017	0,00035	0,00602	0,00027	5,9E-05	0,00623	4,2E-06	0,00027	8,5E-05	0,0004	0,00092	0,00847
с	0,00205	0,00024	0,00178	0,0001	0,00052	0,00515	0,00024	9,7E-05	0,00176	0	0,00423	0,00317	0,00138	0,00162	0,00299
т	0,00715	0,00042	0,00321	0,00014	0,00045	0,00675	0,00011	0,00023	0,00433	0	0,00077	0,00035	0,00026	0,00194	0,01764
у	0,00021	0,00097	0,00155	0,0017	0,00276	0,00034	0,00217	0,00053	0,00072	0,0003	0,00128	0,00211	0,00235	0,00163	0,00046
ф	0,00024	4,2E-06	0	0	0	5,5E-05	0	0	0,00031	0	0	1,7E-05	4,2E-06	0	0,00014
х	0,00055	0,00017	0,00045	6,8E-05	0,00022	0,00046	3E-05	9,3E-05	0,00117	0	0,00017	0,00023	0,00021	0,00042	0,00301
ц	0,00067	0	8E-05	4,2E-06	4,2E-06	0,00098	0	1,7E-05	0,00014	0	3,8E-05	4,2E-06	8,5E-06	3,8E-05	0,00023
ч	0,00284	1,7E-05	4,2E-05	8,5E-06	8,5E-06	0,00457	0	4,2E-06	0,00194	0	0,00076	2,1E-05	8,5E-06	0,00106	0,00013
ш	0,00121	4,2E-06	1,3E-05	4,2E-06	4,2E-06	0,00273	0	0	0,00161	0	0,00061	0,00058	8,5E-06	0,00054	0,00027
щ	0,00042	0	0	0	0	0,00158	0	0	0,00067	0	0	0	0	5,1E-05	0
ы	5,9E-05	0,00039	0,00148	0,00023	0,00036	0,00091	7,6E-05	0,00024	0,0005	0,00169	0,00036	0,00229	0,00125	0,00074	0,00034
ь	0,00034	0,00048	0,00134	0,00032	0,00075	0,00101	0,00012	0,00056	0,00143	0	0,0024	0,00021	0,001	0,00411	0,00086
э	0	0	4,2E-06	4,2E-06	1,7E-05	0	0	0	0	2,1E-05	5,5E-05	0	4,2E-06	2,5E-05	0
ю	0,0001	0,00042	0,00036	5,1E-05	0,00061	4,2E-05	8E-05	6,3E-05	0,00033	4,2E-06	0,0003	6,3E-05	0,00022	0,00034	0,00024
я	0,0005	0,0005	0,00162	0,00028	0,00136	0,00034	0,00029	0,00069	0,0011	0,00016	0,00078	0,00116	0,00077	0,0021	0,00077

п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я	
0,00277	0,00276	0,00758	0,0061	0,00057	9,3E-05	0,00133	0,00013	0,00171	0,00108	0,00035	0	0	0,00037	0,00098	0,00287	а
1,3E-05	0,00162	0,00027	3,8E-05	0,00157	0	6,8E-05	0	3,4E-05	8,5E-06	0,00022	0,00463	0,00022	8E-05	0	0,00072	б
0,00123	0,00077	0,00523	0,00082	0,00094	2,5E-05	0,0001	3,8E-05	0,00041	0,00083	1,3E-05	0,00301	0,00021	0,00031	4,2E-06	0,00029	в
0,00014	0,0007	0,00011	6,8E-05	0,00055	0	8,5E-06	0	3,8E-05	0	0	0	0	3E-05	0	2,5E-05	г
0,00017	0,00206	0,00041	0,00045	0,00251	4,2E-06	5,5E-05	0,00038	9,3E-05	9,3E-05	4,2E-06	0,00054	0,00127	2,1E-05	2,1E-05	0,00061	д
0,00356	0,00757	0,00749	0,0078	0,00078	4,7E-05	0,00091	0,0004	0,00216	0,00141	0,00118	0	0	0,00039	0,00025	0,00052	е
5,5E-05	1,7E-05	6,3E-05	4,7E-05	0,00034	0	0	4,2E-06	3E-05	0	0	0	7,6E-05	2,5E-05	0	4,7E-05	ж
0,00022	0,0003	0,00015	0,00014	0,00099	8,5E-06	4,2E-06	8,5E-06	7,2E-05	1,7E-05	0	0,00029	0,00014	2,1E-05	4,2E-06	0,0005	з
0,00242	0,00143	0,00445	0,00629	0,0006	4,7E-05	0,00244	0,00122	0,00219	0,00086	0,00014	0	0	0,00028	0,00033	0,0016	и
0,00074	0,00039	0,00113	0,00077	0,00013	3E-05	5,9E-05	4,2E-05	0,00066	0,00024	4,2E-06	0	0	8,5E-05	4,2E-06	7,6E-05	й
0,00038	0,00205	0,00094	0,00101	0,00159	8,5E-06	8,5E-05	1,7E-05	0,00024	3,4E-05	4,2E-06	0	0	0,00012	0	0,00013	к
0,0008	0,00056	0,00259	0,00048	0,00188	8,5E-06	4,7E-05	0	0,00069	2,5E-05	8,5E-06	0,00076	0,00596	0,0001	0,0009	0,0016	л
0,00097	0,00033	0,00106	0,00056	0,00283	7,6E-05	7,6E-05	1,7E-05	0,00036	8E-05	4,2E-06	0,00097	0,00013	0,00014	4,2E-06	0,00051	м
0,00058	0,00025	0,00083	0,00084	0,00366	5,5E-05	6,3E-05	0,00017	0,0003	4,2E-05	0,00011	0,0028	0,00145	6,3E-05	0,00019	0,0019	н
0,00433	0,00691	0,00946	0,00976	0,00091	0,00019	0,00085	0,00014	0,00396	0,00132	0,0003	0	0	0,00042	0,00067	0,00118	о
4,7E-05	0,00817	2,1E-05	5,9E-05	0,00111	0	0	4,2E-06	2,5E-05	2,1E-05	0	0,00029	0,00021	0	0	0,00076	п
0,00031	5,1E-05	0,00024	0,0009	0,00313	0,00026	8,5E-05	2,5E-05	0,00011	0,00026	2,5E-05	0,0009	0,00119	8,5E-06	0,00022	0,00119	р
0,0024	0,0003	0,0009	0,01141	0,00103	1,7E-05	0,00027	4,2E-05	0,00052	8,5E-05	4,2E-06	0,00022	0,00389	4,7E-05	0,00027	0,00471	с
0,00063	0,00371	0,00188	0,00055	0,00219	1,3E-05	5,1E-05	0,0001	0,00071	2,1E-05	3,8E-05	0,00175	0,00799	0,00015	7,6E-05	0,00061	т
0,00156	0,00071	0,00193	0,00252	0,00014	2,5E-05	0,00057	8,5E-06	0,00143	0,00077	0,0003	0	0	0,00011	0,00089	0,00023	у
4,2E-06	4,2E-05	0	3E-05	0,00017	4,2E-06	0	0	0	0	0	2,5E-05	5,5E-05	0	0	0	ф
0,00046	0,00021	0,00028	0,00025	0,00021	4,2E-06	1,3E-05	8,5E-06	7,6E-05	3,8E-05	4,2E-06	0	0	8E-05	0	3E-05	х
4,7E-05	1,7E-05	3E-05	4,7E-05	0,00028	4,2E-06	0	0	2,1E-05	4,2E-06	0	0,00019	0	4,2E-06	4,2E-06	1,3E-05	ц
6,3E-05	0,0001	4,2E-05	0,00494	0,00085	0	8,5E-06	0	4,2E-06	0,00017	0	0	0,00029	8,5E-06	0	8,5E-06	ч
8,5E-06	4,2E-06	4,2E-06	7,2E-05	0,00023	0	0	0	0	0	0	0	0,00087	0	0	0	ш
0	4,2E-06	0	0	0,00019	0	0	0	0	0	0	0	6,3E-05	0	0	0	щ
0,00056	0,00038	0,00119	0,00128	0,00012	0	0,00098	4,2E-06	0,00029	0,00065	8,5E-06	0	0	0,0001	0	5,5E-05	ы
0,0013	0,00034	0,00211	0,00109	0,00035	4,2E-05	0,00039	0,00011	0,00076	0,00039	6,3E-05	0	0	0,00025	0,00038	0,0012	ь
4,2E-06	0	1,3E-05	0,0029	0	4,2E-06	2,1E-05	0	4,2E-06	0	0	0	0	1,7E-05	0	0	э
0,00034	0,00017	0,00063	0,00066	8,5E-05	2,1E-05	3,8E-05	2,1E-05	0,00025	6,8E-05	0,00022	0	0	4,7E-05	5,1E-05	3E-05	ю
0,00115	0,00065	0,00204	0,00274	0,00029	2,1E-05	0,00033	0,00013	0,00062	5,9E-05	0,00013	0	0	0,00017	0,00011	0,00025	я

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

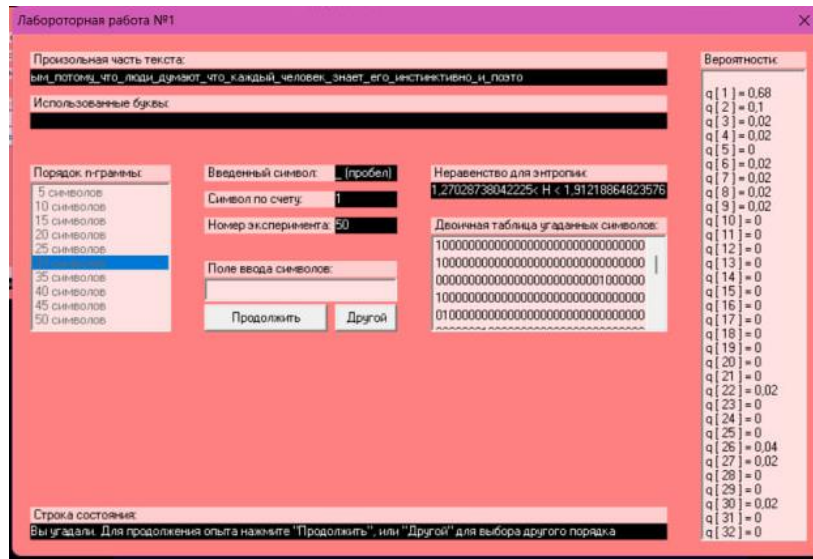
Поле ввода символов:
е

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:

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

$H_0 = \log_2 m$, $m=31$ (4,954) для тексту без пробілів, та $m=32$ для тексту із пробілами.

space	H_1	4.352755973064407	R	0,12944880527106
	$H_2 \text{ over}$	3.954954429877953		0,2090091140244094
	$H_2 \text{ n/o}$	3.9551987303678136		0,2089602539264374
without space	H_1	4.4529625721687855	R	0,1011379547499425
	$H_2 \text{ over}$	4.130036128201785		0,1663559799713975
	$H_2 \text{ n/o}$	4.127746677871504		0,1668181034294498

$1.89313671253081 < H_{10} < 2.6279764393853$	$0,47440471212294 < R_{10} < 0,621372657493838$
$2.71092135392573 < H_{20} < 3.52599138461827$	$0,294801723076346 < R_{20} < 0,457815729214854$
$1.27028738042225 < H_{30} < 1.91218864823576$	$0,617562270352848 < R_{30} < 0,7454252391555$

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.