

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

КРИПТОГРАФІЯ
КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ №1

Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела
відкритого текст

Виконали:
ФБ-32 Рибчук Нікіта
ФБ-32 Луценко Євгеній

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

Для виконання комп'ютерного практикуму був обраний текст Корану

Завдання 1

Частоти букв (з пробілами):

Символ	Кількість	Частота
	274115	0,164572
о	144421	0,086707
е	122252	0,073397
и	120699	0,072465
а	115364	0,069262
н	89571	0,053776
т	88470	0,053115
с	68949	0,041395
л	68023	0,040839
в	66764	0,040083
р	57385	0,034452
м	46918	0,028168
д	43768	0,026277
у	39363	0,023633
к	36415	0,021863
п	35668	0,021414
ы	28935	0,017372
я	27612	0,016578
б	24331	0,014608
г	23539	0,014132
з	23510	0,014115
х	22775	0,013674
ь	20707	0,012432
ч	14397	0,008644
ж	13766	0,008265
й	13490	0,008099
ю	10149	0,006093
ш	9428	0,00566
щ	7608	0,004568
э	3823	0,002295
ц	2799	0,00168
ф	613	0,000368

Частоти букв (без пробілів):

Символ	Кількість	Частота
о	144421	0,103787
е	122252	0,087856
и	120699	0,086739
а	115364	0,082906
н	89571	0,06437
т	88470	0,063578
с	68949	0,04955
л	68023	0,048884
в	66764	0,047979
р	57385	0,041239
м	46918	0,033717
д	43768	0,031454
у	39363	0,028288
к	36415	0,026169
п	35668	0,025633
ы	28935	0,020794
я	27612	0,019843
б	24331	0,017485
г	23539	0,016916
з	23510	0,016895
х	22775	0,016367
ь	20707	0,014881
ч	14397	0,010346
ж	13766	0,009893
й	13490	0,009694
ю	10149	0,007294
ш	9428	0,006775
щ	7608	0,005467
э	3823	0,002747
ц	2799	0,002011
ф	613	0,000441

Частоти біграм (без перетинів, з пробілами):

		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	ы	ь	э	ю	я		
		0	0,00627	0,00602	0,01665	0,00222	0,00655	0,00411	0,00189	0,00496	0,01787	0,00015	0,00846	0,00219	0,00662	0,01066	0,01265	0,01582	0,00319	0,001281	0,00776	0,00381	0,00021	0,00069	0,00014	0,00426	0,0003	4,9Е-05	0	0	0,00214	1,3Е-05	0,00088	
а	0,01296	3,4Е-05	0,0008	0,00227	0,00143	0,00212	0,00237	0,00123	0,0034	0,00023	0,00126	0,0032	0,00861	0,00378	0,00526	0,00017	0,0007	0,00191	0,0038	0,00324	8,4Е-05	3Е-05	0,00534	8,4Е-06	0,00038	0,00122	0,00041	0	0	0,00161	0,00145			
б	0,00023	0,0004	8,4Е-06	5,2Е-05	0	4,8Е-06	0,00208	2,4Е-06	0	0,00064	0	2,4Е-06	0,00204	4,8Е-05	0,00026	0,00216	0	0,00132	7,9Е-05	6Е-06	0,00167	0	4,3Е-05	0	0	1,2Е-05	0,00014	0,00285	0,00012	0	1,2Е-06	0,00048		
в	0,00678	0,00679	2,4Е-06	8,3Е-05	0	0,00017	0,0082	0	0,00017	0,00223	0	7,3Е-05	0,00097	9,6Е-05	0,00058	0,00703	4,7Е-05	0,00073	0,00187	4,1Е-05	0,00061	0	2,9Е-05	7,2Е-05	1,4Е-05	0,00034	2,4Е-06	0,00286	0,00015	0	0	0,00018		
г	0,00033	0,00097	0	0	0	0,00111	0,00023	0	0	0,00085	0	4,9Е-05	0,00051	1,2Е-06	0,00048	0,00818	0	0,00091	7,2Е-06	0	0,00055	0	0	0	4,7Е-05	1,9Е-05	0	0	0	0	0	0		
д	0,00135	0,00472	4,8Е-06	0,00038	7,2Е-06	9,4Е-05	0,00556	0,00016	3,6Е-06	0,00219	8,4Е-06	6,4Е-05	0,0012	8,4Е-06	0,00125	0,00313	0,00012	0,001	0,00045	9,7Е-05	0,0022	0	1,8Е-05	0,00024	7Е-05	5,2Е-05	0	0,00053	0,00089	0	0	0,00047		
е	0,01832	7,2Е-06	0,00155	0,00193	0,00335	0,00404	0,00069	0,00064	0,00064	7,3Е-05	0,00192	0,00082	0,00499	0,00479	0,00723	7,8Е-05	0,00056	0,00652	0,00432	0,0065	0,00018	0	0,00093	0,00021	0,00078	0,00071	0,00067	0	0	0,00014	0,00054			
ж	4,7Е-05	0,00081	1,7Е-05	0	1,2Е-06	0,00122	0,00302	3,7Е-05	0	0,00204	0	5,2Е-05	3,6Е-06	3,6Е-06	0,00072	4,8Е-06	0	1,7Е-05	4,8Е-06	0	0,00013	0	0	7,4Е-05	0	0	0	0	0,00014	0	0	0		
з	0,00162	0,0047	0,00016	0,00077	0,00013	0,00075	0,00065	1,8Е-05	3Е-05	0,00022	0	7,7Е-05	0,00035	0,00031	0,00249	0,00038	0	0,00025	0	0	0,00033	0	0	2,4Е-06	0	0	0	0,0008	0,00014	0	0	0,0001		
и	0,02609	0,00014	0,0006	0,00232	0,00061	0,00108	0,00351	0,0003	0,00291	0,00087	0,00101	0,00206	0,0041	0,00416	0,00339	5,5Е-05	9Е-05	0,0006	0,00423	0,00449	7,4Е-05	2,2Е-05	0,00407	0,0005	0,00059	0,0004	0,00029	0	0	0,00058	0,00309			
й	0,00603	0,00031	2,2Е-05	0	0	0,00016	6Е-06	0	0	4,8Е-06	7,2Е-06	3,1Е-05	2,4Е-06	5,9Е-05	0,00018	3,6Е-06	0	1,2Е-06	0,00024	0,00069	8,2Е-05	0	0	9,6Е-06	3,6Е-05	0,00016	0	0	0	0	0	0		
к	0,00332	0,00538	2,4Е-06	0,00012	0	0	0,00017	0,00019	0	0,00111	0	0,00012	0,00098	7,2Е-06	0,00012	0,00722	0	0,00146	1,3Е-05	0,00089	0,00073	0	0	2,4Е-06	0	2,4Е-06	0	0	0	0	2,6Е-05			
л	0,00304	0,00963	3,6Е-06	1,2Е-06	5,6Е-05	6,2Е-05	0,0033	0,00031	3,6Е-06	0,00854	3,6Е-06	5,8Е-05	0,00445	4,8Е-06	0,00037	0,00355	1,4Е-05	0	0,00028	8,4Е-06	0,00112	1,8Е-05	0	0	4,8Е-06	0	0	0,00041	0,00266	0	0,00122	0,0018		
м	0,00921	0,00136	2,4Е-06	1,2Е-06	2,4Е-06	0	0,00276	0	1,2Е-06	0,00386	0	2,5Е-05	0,00054	0,0004	0,00111	0,00253	7,2Е-06	6,6Е-05	0,00023	2,4Е-06	0,00374	1,2Е-06	0	1,1Е-05	8,4Е-06	0	1,2Е-06	0,00156	7Е-05	0	0	0,00034		
н	0,00294	0,00919	1,2Е-06	2,4Е-06	0,00018	9,6Е-06	0,00988	1,2Е-06	3,6Е-06	0,01414	2,4Е-06	4,8Е-05	0	6Е-06	0,00274	0,00651	0	2,4Е-05	0,0003	5,6Е-05	0,00145	3,6Е-06	0	0,00016	4,2Е-05	1,2Е-06	0,00012	0,00384	0,00084	0	7,3Е-05	0,00131		
о	0,01765	2,4Е-06	0,00445	0,00638	0,00467	0,00423	0,00212	0,00176	0,00111	0,00176	0,00239	0,00229	0,00308	0,00447	0,00572	0,00011	0,00071	0,00615	0,00722	0,0077	8Е-05	4,8Е-06	0,00025	1,4Е-05	0,00086	0,0003	0,00044	0	0	7,3Е-05	0,0002	0,0005		
п	2,5Е-05	0,00063	0	0	0	0	0,00093	0	0	0,00074	0	4,8Е-05	0,0004	0	7,7Е-05	0,01007	3,5Е-05	0,00717	4,8Е-06	4,2Е-05	0,00084	0	0	6Е-06	6Е-06	1,2Е-06	0	0,00018	1,9Е-05	0	0	8,3Е-05		
р	0,00034	0,00757	6Е-05	0,00059	0,00062	0,00611	0,00051	4,3Е-05	0,0039	3,2Е-05	3,8Е-05	7,2Е-06	0,00098	0,00619	0,00016	0,00014	0,00029	0,00244	0	3,6Е-05	0,00014	0,00029	0,00244	0	3,6Е-05	3,4Е-05	0,00043	8,4Е-06	0,00281	0,00011	0	3,6Е-05	0,00109	
с	0,00222	0,00118	8,5Е-05	0,0022	1,2Е-05	0,00222	0,00309	1,2Е-05	4,8Е-06	0,00098	0	0,00246	0,0043	0,00054	0,00068	0,00222	0,00226	0,00049	0,00034	0,01044	0,00149	4,8Е-06	0,00021	9,6Е-06	0,00028	3,7Е-05	2,4Е-06	0,00042	0,00184	0	1,8Е-05	0,00319		
т	0,0097	0,00312	8,4Е-06	0,00405	3,6Е-06	5,2Е-05	0,00614	0	7,2Е-06	0,00514	0	0,00041	0,0001	2Е-05	0,00061	0,01306	4,2Е-05	0,00143	0,00202	1,9Е-05	0,00065	0	1,2Е-06	0,00011	7,7Е-05	1,2Е-06	2,2Е-05	0,00107	0,00465	0	0	0,00038		
у	0,00596	2,4Е-05	0,00044	0,0011	0,0009	0,0027	0,00052	0,00104	0,00014	8,4Е-06	0,00013	0,00055	0,00026	0,00055	0,00025	3,6Е-06	0,00086	0,00076	0,00123	0,00213	0	8,5Е-05	0,00063	0	0,00077	0,00062	0,00074	0	0	0,00144	0,00011			
ф	4,8Е-05	0,00021	0	0	0	1,1Е-05	0	0	2,5Е-05	1,2Е-06	0	1,2Е-06	1,2Е-06	0	1,9Е-05	0	9,6Е-06	0	0	1,1Е-05	6Е-06	0	0	0	0	0	0	2,4Е-06	0	0	0	0	0	
х	0,00856	0,00253	0	0,00023	0	0	4,7Е-05	0	2,4Е-06	0,0003	3,6Е-06	3,6Е-06	1,8Е-05	6Е-06	1,2Е-05	0,00017	9,1Е-05	1,2Е-06	0,00057	2,4Е-06	0	0	0	0	3,6Е-06	0	0	0	0	0	0	0	0	
ц	0,0002	0,00071	0	1,7Е-05	0	0	0,00045	0	0	4,6Е-05	0	0	0	0	8,5Е-05	0	0	0	0	0	7,2Е-05	0	0	0	0	0	0	0	0,00013	0	0	0	0	
ч	1,6Е-05	0,00082	0	3,6Е-06	0	0	0,00195	0	0	0,00155	0	3,8Е-05	2,3Е-05	1,2Е-06	0,00038	2,4Е-06	0	2,2Е-05	0	0,00343	0,00016	0	0	0	0,00015	0	0	0,0002	0	0	0	0	0	
ш	0,00016	0,00098	0	0	0	0	0,00156	0	0	0,00147	0	3,1Е-05	0,00033	0	0,00041	9Е-05	0	1,2Е-06	0	0	0,00016	0	0	0	0	0	0	0	0,0004	0	0	0	0	
щ	0,00011	0,00077	0	9,6Е-06	0	0	0,00157	0	0	0,00187	0	0	0	0	7,1Е-05	0	1,3Е-05	0	0	0	7,6Е-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00014	0	0	0	0
ы	0,00739	0	6,7Е-05	0,00109	7,2Е-06	6,1Е-05	0,00203	8,4Е-06	4Е-05	6Е-06	0,00114	9,1Е-05	0,00093	0,00127	0,00035	0	0,0001	6,6Е-05	0,00032	0,00044	6Е-06	0	0,00112	2,4Е-06	8,8Е-05	0,00063	1,2Е-06	0	0	0	0	1,4Е-05		
ь	0,0082	0	9,4Е-05	0	2,2Е-05	4,8Е-06	0,00018	0	0,00016	2,5Е-05	1,2Е-06	0,00061	0	0,00021	0,00083	0	0	0	0,00093	0,0001	0	1,2Е-06	0	3Е-05	1,4Е-05	0,00033	2Е-05	0	0	0	0,00045	0,00029		
э	4,8Е-06	0	0	0	1,2Е-06	0	0	0	0	2,4Е-06	0	0	2,4Е-06	3,6Е-06	1,2Е-06	4,8Е-06	0	2,4Е-06	2,4Е-06	1,2Е-06	0,00235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ю	0,002	0	0,00016	0	0	0,00088	0	1,2Е-06	1,8Е-05	0	0	4,8Е-06	0	2,4Е-06	7,2Е-06	0	0	7,2Е-06	5,4Е-05	0,00152	0	0	0	0	0	6,2Е-05	0	0,00132	0	0	0	1,7Е-05	3,6Е-06	
я	0,00969	0	0	0,00035	4,7Е-05	0,00015	0,00041	9Е-05	0,0003	8,4Е-06	0,00011	0,00014	0,0004	0,00107	0,00108	0	0	1,9Е-05	0,00059	0,00125	0	0	0,00018	3,8Е-05	2,2Е-05	0	0,00028	0	0	0,00033	0,00014			

Частоты біграм (без перетинів, без пробілів):

		а	б	в	г	д	е	з	и	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ы	ь	э	ю	я		
	о	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		
а	0	0,00079	0,00157	0,00416	0,00185	0,00295	0,0034	0,0016	0,0047	0,00239	0,00153	0,00473	0,01057	0,00507	0,00785	0,00129	0,00206	0,00249	0,00558	0,00481	0,00031	6,3Е-05	0,00641	2Е-05	0,00072	0,00153	0,00051	0	0	0,00032	0,00196	0,0017	
б	0	0,00054	1,4Е-05	5,5Е-05	4,3Е-06	5,7Е-06	0,00238	2,9Е-06	4,3Е-06	0,0008	0	1,4Е-05	0,00234	5,7Е-05	0,00033	0,0026	1,1Е-05	0,00161	0,0001	8,6Е-06	0,00208	0	4,5Е-05	0	1,4Е-06	1,4Е-05	0,00018	0,00331	0,00015	8,6Е-05	2,9Е-06	0,00062	
в	0	0,00844	0,00042	0,00054	8,3Е-05	0,00056	0,00999	6,6Е-05	0,00056	0,00333	1Е-05	0,00066	0,00117	0,00044	0,00147	0,00873	0,00056	0,00116	0,00328	0,00056	0,00081	5,7Е-06	5Е-05	0,0001	0,00018	0,00042	7,2Е-06	0,0035	0,00017	0,00037	0	0,00025	
г	0	0,00115	2,9Е-05	1,7Е-05	4,3Е-06	0,0014	0,00029	1,4Е-06	1,3Е-05	0,00109	1,4Е-06	7,8Е-05	0,00061	8,6Е-06	0,00084	0,00978	3,9Е-05	0,00105	3,9Е-05	1,3Е-05	0,00065	0	0	1,4Е-06	7,3Е-05	1,3Е-05	0	0	0	1,4Е-06	0		
д	0	0,00573	3Е-05	0,00063	3,6Е-05	0,0002	0,00666	0,00021	3Е-05	0,0028	1,7Е-05	0,00017	0,00143	7,6Е-05	0,00158	0,00371	0,00027	0,00122	0,00066	0,00021	0,00271	7,2Е-06	3Е-05	0,00027	0,00011	6,5Е-05	0	0,00062	0,00105	2,4Е-05	1,4Е-06	0,00057	
е	0	0,00087	0,00298	0,00438	0,00432	0,0059	0,00114	0,00098	0,00158	0,00235	0,00232	0,0021	0,00634	0,0067	0,01047	0,00185	0,00297	0,00841	0,00689	0,00869	0,00119	1,7Е-05	0,00129	0,00028	0,00148	0,00088	0,00083	0	0,00028	0,00015	0,00079		
ж	0	0,00095	2Е-05	5,7Е-06	4,3Е-06	0,00146	0,00359	3,9Е-05	4,3Е-06	0,0024	0	6,2Е-05	4,3Е-06	5,7Е-06	0,00083	8,6Е-06	4,3Е-06	1,3Е-05	1,4Е-06	0,00014	0	0	0	0	9,9Е-05	0	0	0,00016	0	0	0		
з	0	0,00563	0,00022	0,0016	0,00015	0,00091	0,0008	3,9Е-05	0,00021	0,00036	0	0,00015	0,00042	0,0005	0,00312	0,00053	0,00012	0,00035	0,00015	0,00013	0,00042	2,9Е-06	2,9Е-06	5,7Е-06	4Е-05	1,1Е-05	1,4Е-06	0,0009	0,00017	3,9Е-05	0	9,3Е-05	
и	0	0,00089	0,00227	0,00604	0,00115	0,00259	0,00506	0,00071	0,00473	0,00408	0,00118	0,00364	0,00049	0,00591	0,00759	0,00261	0,00348	0,00129	0,00746	0,00651	0,00096	5,9Е-05	0,000519	0,00069	0,00131	0,00051	0,00039	0	0	0,00024	0,00071	0,00387	
й	0	0,00057	0,00019	0,0007	0,00021	0,00057	9,9Е-05	0,00056	0,00014	0,00064	1Е-05	0,00036	5,6Е-05	0,00049	0,00068	0,00054	0,00063	0,00024	0,00086	0,00104	0,00024	8,6Е-06	1,6Е-05	2,7Е-05	0,00016	0,00022	4,3Е-06	0	0	4,5Е-05	0	4Е-05	
к	0	0,00655	0,00104	0,00051	4Е-05	0,00013	0,00028	0,00036	4,6Е-05	0,00189	4,3Е-06	0,00037	0,00124	0,00019	0,00069	0,00897	0,00035	0,00171	0,00036	0,00128	0,00094	1,1Е-05	1,9Е-05	7,2Е-06	9,1Е-05	1,3Е-05	1,4Е-06	0	0	5,7Е-05	0	6,9Е-05	
л	0	0,01171	0,00011	0,0005	9,2Е-05	0,0002	0,0041	0,0004	7,2Е-05	0,01059	1,1Е-05	0,00023	0,00533	0,00016	0,00027	0,00438	0,00023	3,9Е-05	0,00068	0,00017	0,00136	2,2Е-05	2,9Е-06	4,3Е-06	0,00013	2,9Е-06	2,9Е-06	0,00048	0,00325	4,3Е-05	0,00144	0,00219	
м	0	0,00211	0,00041	0,00095	0,00015	0,0005	0,00336	8Е-05	0,0004	0,00598	8,6Е-06	0,0007	0,00076	0,01003	0,00023	0,00401	0,00109	0,00027	0,01005	0,00043	0,0047	1,3Е-05	3,7Е-05	1,3Е-05	0,00058	3Е-05	7,2Е-06	0,00187	8,3Е-05	0,0001	0	0,0005	
н	0	0,01114	0,00015	0,00035	0,00025	0,00013	0,01178	3Е-05	0,00014	0,01736	5,7Е-06	0,00019	3,4Е-05	0,00013	0,00366	0,00788	0,00044	8,5Е-05	0,00079	0,00023	0,00179	4,3Е-06	2,9Е-05	0,0002	9,9Е-05	5,7Е-06	0,00011	0,00462	0,00101	3,2Е-05	8,6Е-05	0,00152	
о	0	0,00085	0,00066	0,00979	0,00602	0,00584	0,00287	0,00238	0,00197	0,00358	0,00292	0,00359	0,00396	0,00656	0,00886	0,00207	0,00313	0,00775	0,00997	0,01016	0,00051	2,9Е-05	0,0004	4,4Е-05	0,00022	0,00039	0,00056	0	0	0,00037	0,00021	0,00072	
п	0	0,00073	0	2,9Е-06	0	1,4Е-06	0,00112	0	0	0,00095	0	5,6Е-05	0,0005	2,9Е-06	9,8Е-05	0,01208	4,5Е-05	0,0087	4,3Е-06	4,6Е-05	0,00104	0	0	4,3Е-06	7,2Е-06	1,4Е-06	0	0	0,00022	2,9Е-05	1,4Е-06	0	0,00011
р	0	0,0091	7,9Е-05	0,00015	0,0005	0,00075	0,00723	0,0006	6,8Е-05	0,00465	3,6Е-05	8,6Е-05	2,4Е-05	8,6Е-05	0,01125	0,00752	0,00019	2,3Е-05	0,0002	0,00036	0,0003	0	3Е-05	8,5Е-05	5,2Е-05	0,00048	1,4Е-05	0,00326	2,9Е-06	3Е-05	0,00134		
с	0	0,00154	0,00018	0,00283	4Е-05	0,00034	0,0037	3,2Е-05	6,8Е-05	0,00445	2,9Е-06	0,00315	0,00537	0,0007	0,0021	0,0029	0,00306	0,00065	0,00055	0,01261	0,00186	8,6Е-06	0,00024	1,6Е-05	0,00037	0,037	7,5Е-06	2,9Е-06	0,00051	0,00215	3,2Е-05	1,4Е-05	0,0039
т	0	0,00424	0,00037	0,00655	0,0002	0,00061	0,00776	4,9Е-05	0,00032	0,00747	1Е-05	0,00114	0,0003	0,00039	0,0019	0,01642	0,00099	0,00186	0,00333	0,00068	0,00102	1,3Е-05	4,3Е-05	0,00012	0,00043	1,9Е-05	2,3Е-05	0,00129	0,0055	0,00018	2,9Е-06	0,00051	
у	0	0,00036	0,0007	0,002	0,00116	0,00345	0,0008	0,00126	0,00032	0,00991	0,00018	0,00108	0,00043	0,00088	0,00102	0,00049	0,00186	0,00102	0,00195	0,00272	8Е-05	0,00011	0,00083	1Е-05	0,00123	0,00078	0,00087	0	0	6,9Е-05	0,00171	0,00015	
ф	0	0,00028	1,4Е-06	2,9Е-06	0	4,3Е-06	1,4Е-05	0	0	2,7Е-05	1,4Е-06	0	8,6Е-06	2,9Е-06	2,9Е-06	2,6Е-05	1Е-05	1,4Е-05	1Е-05	1,4Е-06	1,1Е-05	8,6Е-06	2,9Е-06	0	0	0	0	2,9Е-06	0	1,4Е-06	0	0	
х	0	0,00323	0,00033	0,00125	0,00016	0,00055	0,00021	0,00015	0,00038	0,00147	7,2Е-06	0,00078	0,00025	0,00031	0,00093	0,0022	0,00111	0,00047	0,00099	0,00029	0,0009	1,4Е-05	7,2Е-05	1,3Е-05	0,00011	1,4Е-05	5,7Е-06	0	0	6Е-05	1,4Е-06	2,2Е-05	
ц	0	0,0009	4,3Е-06	4,3Е-05	4,3Е-06	5,7Е-06	0,0005	1,4Е-06	7,2Е-06	9,9Е-05	0	1Е-05	1,4Е-06	1,6Е-05	3,3Е-05	0,0001	2,9Е-05	8,6Е-06	1,7Е-05	1,1Е-05	9,3Е-05	0	0	0	2,9Е-06	1,4Е-06	0	0,00014	0	0	0	0	
ч	0	0,00098	0	1,4Е-06	1,4Е-06	0	0,00233	0	0	0,00175	0	3,3Е-05	3,2Е-05	1,4Е-06	0,0005	4,3Е-06	1,4Е-06	1,9Е-05	0	0	0,00408	0,00022	0	0	0	0	0,00017	0	0	0,00023	0	0	0
ш	0	0,00115	8,6Е-06	1Е-05	3,3Е-05	7,2Е-06	0,00181	0	2,9Е-06	0,00184	0	3,9Е-05	0,0004	5,7Е-06	0,00054	0,00011	3,6Е-05	5,7Е-06	8,6Е-06	1,4Е-05	0,00022	0	0	0	0	1,9Е-05	0	0	0,00047	0	0	1,4Е-06	
щ	0	0,0009	1,4Е-06	2,7Е-05	0	0	0,00182	0	5,7Е-06	0,00236	0	4,3Е-06	0	1,6Е-05	9,3Е-05	8,6Е-06	1,3Е-05	1,9Е-05	0	0	9,2Е-05	0	0	1,4Е-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ы	0	0,00025	0,00048	0,00023	0,00012	0,00044	0,00264	6,3Е-05	0,00029	0,001	0,0014	0,00046	0,00119	0,00177	0,0014	0,00096	0,00109	0,00025	0,00107	0,00086	0,00036	1,3Е-05	0,00142	4,3Е-06	0,00017	0,00075	4,3Е-06	0	0	8,2Е-05	0	4,7Е-05	
ь	0	0,00043	0,00035	0,00118	0,00012	0,00031	0,00065	8Е-05	0,00043	0,00139	2Е-05	0,00129	0,00016	0,00061	0,00185	0,00086	0,00064	0,00013	0,00178	0,00073	0,00016	2,3Е-05	5,5Е-05	2,9Е-05	0,00025	0,00041	3,4Е-05	0	0	0,00015	0,00053	0,00041	
э	0	0	0	1,4Е-06	2,9Е-06	2,9Е-06	0	0	1,4Е-06	0	0	0	5,7Е-06	2,9Е-06	1,4Е-06	5,7Е-06	0	8,6Е-06	1,4Е-06	0	0,00274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ю	0	0,00017	0,00024	0,00029	1,1Е-05	0,00117	4,5Е-05	7,9Е-05	9,9Е-05	0,00034	4,3Е-06	0,00016	2,6Е-05	0,0002	0,00014	0,00017	0,00018	8,8Е-05	0,00021	0,00196	2,3Е-05	4,3Е-06	8,6Е-06	7,2Е-06	0,00013	7,2Е-06	0,00154	0	0	1,7Е-05	1,9Е-05	1,7Е-05	
я	0	0,0007	0,00027	0,0017	0,00018	0,00052	0,00085	0,00021	0,00066	0,00153	0,00016	0,00089	0,00063	0,0016	0,00025	0,00101	0,00087	0,00021	0,0157	0,00208	0,00021	1,3Е-05	0,00027	4,6Е-06	0,00034	2,4Е-05	0,00031	0	0	0,00012	0,00038	0,00000	

Частоти біграм (з перетинами, з пробілами):

		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	ы	ь	э	ю	я		
	о	0,00626	0,00603	0,01666	0,00223	0,00655	0,00417	0,00193	0,00496	0,01768	0,00013	0,00854	0,00219	0,00647	0,01615	0,01258	0,01578	0,00315	0,01278	0,00766	0,00338	0,0002	0,00069	0,00015	0,00435	0,0003	5,2Е-05	о	о	0,00222	1Е-05	0,00089		
а	0,01289	3,5Е-05	0,00082	0,0023	0,00143	0,00212	0,00241	0,00122	0,00342	0,00021	0,00124	0,00318	0,00872	0,00379	0,00052	0,00016	0,00066	0,00194	0,00378	0,00323	8Е-05	3,1Е-05	0,00529	9,6Е-06	0,00039	0,00121	0,00043	о	о	о	0,00163	0,00142		
б	0,00024	0,0004	8,4Е-06	5Е-05	6Е-07	3,6Е-06	0,00206	3Е-06	о	0,00062	о	4,8Е-06	0,00197	4,7Е-05	0,00027	0,00216	о	0,00134	7,7Е-05	5,4Е-06	0,00171	о	3,5Е-05	о	о	1,3Е-05	0,00015	0,0028	0,00013	о	1,8Е-06	0,00051		
в	0,00674	0,00676	1,8Е-06	9,6Е-05	о	0,00014	0,00816	о	0,00016	0,0022	о	7Е-05	0,001	9,6Е-05	0,0006	0,00705	3,7Е-05	0,00076	0,0019	4,4Е-05	0,0006	о	3,1Е-05	8,1Е-05	1,7Е-05	0,00034	6,6Е-06	0,00288	0,00014	о	о	0,00018		
г	0,00035	0,00095	о	о	о	0,00109	0,00023	о	о	0,00084	о	4,6Е-05	0,00049	6Е-07	0,00047	0,00815	о	0,00089	6,6Е-06	о	0,00055	о	о	о	4,9Е-05	1,7Е-05	о	о	о	о	о	о		
д	0,0013	0,00471	9,6Е-06	0,00036	1,1Е-05	9,1Е-05	0,00547	0,00017	3Е-06	0,00219	1,4Е-05	7,1Е-05	0,00121	9Е-06	0,00128	0,00314	0,00012	0,00101	0,00045	0,0001	0,00227	о	1,9Е-05	0,00025	7,7Е-05	4,7Е-05	о	0,00053	0,00089	о	6Е-07	0,00049		
е	0,01845	7,2Е-06	0,00156	0,0019	0,00334	0,00407	0,00071	0,00065	0,00061	7,9Е-05	0,00195	0,00081	0,00503	0,00477	0,00723	7,8Е-05	0,00054	0,00654	0,00432	0,00648	0,00019	6Е-07	0,00098	0,00021	0,00078	0,00071	0,00069	о	о	о	0,00013	0,00061		
ж	3,9Е-05	0,0008	1,5Е-05	о	3,6Е-06	0,00124	0,00303	3,9Е-05	о	0,00196	о	5,2Е-05	3Е-06	2,4Е-06	0,00072	4,2Е-06	о	1,6Е-05	7,2Е-06	о	0,00013	о	о	о	7,7Е-05	о	о	о	о	0,00013	о	о	о	
з	0,00157	0,00472	0,00017	0,00073	0,00012	0,00073	0,00064	2,2Е-05	3,3Е-05	0,00023	о	6,9Е-05	0,00033	0,0003	0,00245	0,00037	о	0,00026	1,2Е-06	о	0,00036	о	о	1,2Е-06	о	1,8Е-06	о	0,00079	0,00013	о	о	9,4Е-05		
и	0,02619	0,00013	0,00062	0,00236	0,0006	0,00108	0,00347	0,0003	0,00303	0,0009	0,00096	0,00203	0,00414	0,00411	0,00345	5,8Е-05	9,2Е-05	0,00059	0,00418	0,00444	7,8Е-05	2,2Е-05	0,00418	0,00053	0,00063	0,00038	0,00031	о	о	0,00058	0,00305			
й	0,00605	0,00032	2,3Е-05	о	о	0,00015	8,4Е-06	о	6Е-07	6Е-06	5,4Е-06	2,7Е-05	2,4Е-06	4,9Е-05	0,00018	1,8Е-06	о	1,2Е-06	0,00026	0,0007	9,1Е-05	о	о	1,1Е-05	4,3Е-05	0,00017	о	о	о	о	о	о		
к	0,00344	0,00537	1,8Е-06	0,00013	о	о	0,00017	0,00019	о	0,00114	о	0,00013	0,00094	6,6Е-06	0,00012	0,00716	о	0,00141	9Е-06	0,00087	0,00076	о	о	1,8Е-06	о	3Е-06	о	о	о	о	2,5Е-05			
л	0,00303	0,00965	4,2Е-06	2,4Е-06	5,8Е-05	5,6Е-05	0,00331	0,00033	2,4Е-06	0,00844	6Е-06	5,4Е-05	0,00439	4,2Е-06	0,00036	0,00358	1,2Е-05	о	0,00028	9Е-06	0,00114	1,3Е-05	о	о	7,8Е-06	6Е-07	6Е-07	0,00039	0,0027	о	0,00124	0,00179		
м	0,0092	0,00142	1,8Е-06	6Е-07	3Е-06	о	0,00275	о	6Е-07	0,00391	о	2,4Е-05	0,00053	0,00041	0,00116	0,0026	7,2Е-06	5,9Е-05	0,00023	1,8Е-06	0,00384	1,8Е-06	о	9,6Е-06	8,4Е-06	о	3,6Е-06	0,00159	6,2Е-05	о	о	0,00034		
н	0,00296	0,00913	1,2Е-06	1,8Е-06	0,00017	8,4Е-06	0,00987	6Е-07	3,6Е-06	0,01423	4,2Е-06	4,7Е-05	о	9Е-06	0,00275	0,0064	о	2Е-05	0,00032	6,4Е-05	0,0014	3,6Е-06	о	0,00015	4,3Е-05	1,2Е-06	0,00011	0,00385	0,00085	о	7,4Е-05	0,00129		
о	0,0176	2,4Е-06	0,00443	0,00637	0,0048	0,00427	0,0021	0,00179	0,00118	0,00173	0,00233	0,00228	0,00302	0,00442	0,00568	0,00013	0,00073	0,00617	0,00721	0,00077	8,6Е-05	6Е-06	0,00026	2,5Е-05	0,00087	0,0003	0,00044	о	о	7,6Е-05	0,00019	0,0005		
п	2,3Е-05	0,00062	о	о	о	о	0,00095	о	о	0,00078	о	4,6Е-05	0,00039	о	7,9Е-05	0,01001	3,2Е-05	0,00726	4,8Е-06	4,7Е-05	0,00087	о	о	4,8Е-06	4,2Е-06	2,4Е-06	о	0,00017	1,9Е-05	о	о	9,7Е-05		
р	0,00034	0,00757	6,7Е-05	8,5Е-05	0,00039	0,00061	0,00603	0,0005	5Е-05	0,00384	3Е-05	3,7Е-05	1,3Е-05	6,1Е-05	0,00099	0,00625	0,00014	2,4Е-06	0,00014	0,00028	0,00249	о	2,7Е-05	7,3Е-05	3,1Е-05	0,00041	1Е-05	0,00274	0,00011	о	3,5Е-05	0,0011		
с	0,00224	0,00123	9,1Е-05	0,00216	1,1Е-05	0,00021	0,00304	9Е-06	3,6Е-06	0,00099	о	0,00247	0,0044	0,00052	0,0007	0,00225	0,00223	0,00052	0,00034	0,01046	0,00146	3,6Е-06	0,00021	1,1Е-05	0,00029	2,8Е-05	1,8Е-06	0,00043	0,00183	о	1,6Е-05	0,00323		
т	0,00987	0,00312	6,6Е-06	0,00407	7,2Е-06	5,3Е-05	0,00608	о	4,2Е-06	0,00515	о	0,00042	9,4Е-05	2,3Е-05	0,0006	0,01314	4,1Е-05	0,00142	0,00199	1,7Е-05	0,00065	6Е-07	4,8Е-06	0,0001	6,9Е-05	1,2Е-06	2Е-05	0,00108	0,0047	о	3,6Е-06	0,00039		
у	0,0059	2,6Е-05	0,00045	0,00107	0,00089	0,00271	0,00052	0,00101	0,00014	9,6Е-06	0,00013	0,00054	0,00026	0,00052	0,00025	1,8Е-06	0,00088	0,00078	0,00117	0,00205	о	7,6Е-05	0,00064	о	0,00075	0,00061	0,00072	о	о	0,00143	0,00011			
ф	5,1Е-05	0,00023	о	о	о	о	9,6Е-06	о	о	2,8Е-05	6Е-07	о	2,4Е-06	6Е-07	о	2Е-05	о	1,1Е-05	6Е-07	о	1,3Е-05	4,2Е-06	о	о	о	о	о	1,2Е-06	о	о	о	о	о	
х	0,00839	0,00256	о	0,00023	о	о	4,8Е-05	о	2,4Е-06	0,00031	4,2Е-06	2,1Е-05	9Е-06	1,7Е-05	0,00124	о	0,00017	8,5Е-05	6Е-07	0,00058	3,6Е-06	о	о	о	4,2Е-06	о	о	о	о	о	о	о	о	
ц	0,0002	0,00071	о	2Е-05	о	о	0,00043	о	о	3,8Е-05	о	о	о	о	о	9,3Е-05	о	о	о	о	о	6,9Е-05	о	о	о	о	о	о	0,00012	о	о	о	о	о
ч	1,6Е-05	0,00081	о	1,8Е-06	о	о	0,00196	о	о	0,00149	о	3,3Е-05	2,4Е-05	6Е-07	0,00041	1,8Е-06	о	1,6Е-05	о	0,00337	0,00017	о	о	о	о	0,00015	о	о	0,00019	о	о	о	о	
ш	0,00015	0,00097	о	о	о	о	0,00154	о	о	0,00153	о	2,8Е-05	0,00033	о	о	0,00042	9,9Е-05	о	1,8Е-06	о	6Е-07	0,00016	о	о	о	о	о	о	0,00042	о	о	о	о	
щ	0,00011	0,00075	о	8,4Е-06	о	о	0,00154	о	о	0,00186	о	о	о	о	7,2Е-05	о	о	1,4Е-05	о	о	7,2Е-05	о	о	о	о	о	о	о	о	0,00014	о	о	о	о
ы	0,00737	о	6,8Е-05	0,00114	6,6Е-06	5,5Е-05	0,00208	7,8Е-06	4,5Е-05	4,8Е-06	0,00118	9,2Е-05	0,00095	0,00129	0,00032	о	0,00011	6,2Е-05	0,0003	0,00044	4,2Е-06	о	0,00113	1,2Е-06	7,6Е-05	0,00062	2,4Е-06	о	о	о	1,2Е-05	о	о	
ь	0,00818	о	8,8Е-05	6Е-07	2Е-05	3,6Е-06	0,0002	о	0,00017	3,2Е-05	6Е-07	о	0,0006	о	0,00019	0,00084	о	о	о	0,0009	0,00011	о	6Е-07	о	2,7Е-05	8,4Е-06	0,00032	2,3Е-05	о	о	0,00043	0,00029	о	о
э	4,8Е-06	о	о	о	1,2Е-06	6Е-07	о	о	2,4Е-06	о	о	3Е-06	3Е-06	1,2Е-06	4,8Е-06	о	3Е-06	1,2Е-06	6Е-07	0,00227	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
ю	0,00202	о	0,00015	о	1,2Е-06	0,00089	о	3,6Е-06	1,6Е-05	о	о	5,4Е-06	1,2Е-06	1,8Е-06	6,6Е-06	о	о	3,6Е-06	5,2Е-05	0,00153	о	о	6Е-07	о	5,6Е-05	6Е-07	0,00133	о	о	о	1,7Е-05	3,6Е-06	о	о
я	0,00969	о	о	0,00035	4,7Е-05	0,00014	0,00042	9,1Е-05	0,00028	7,2Е-06	0,00011	0,00013	0,0004	0,00106	0,00102	о	о	2,2Е-05	0,00059	0,00123	о	о	0,0002	3,7Е-05	2,3Е-05	1,2Е-06	0,00026	о	о	о	0,00032	0,00015	о	о

Частоты біграм(з перетинами, без пробілів):

		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	ы	ь	э	ю	я	
	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
а	о	0,00081	0,00154	0,00415	0,00187	0,00304	0,00342	0,00156	0,00464	0,00242	0,00151	0,00473	0,01061	0,0051	0,00775	0,00123	0,00202	0,0025	0,0056	0,00484	0,00033	7Е-05	0,0064	2,7Е-05	0,0007	0,00149	0,00052	о	о	0,00031	0,00195	0,00179	
б	о	0,00052	1,2Е-05	6,4Е-05	2,9Е-06	5Е-06	0,00247	3,6Е-06	4,3Е-06	0,0008	7,2Е-07	1,1Е-05	0,00235	6Е-05	0,00033	0,00262	1Е-05	0,00161	0,0001	7,9Е-06	0,00206	о	4,2Е-05	о	2,2Е-06	1,6Е-05	0,00018	0,00336	0,00015	7,9Е-05	2,2Е-06	0,00061	
в	о	0,00856	0,00041	0,00053	8,9Е-05	0,00055	0,00332	6Е-05	0,00053	0,00332	7,9Е-06	0,00067	0,00124	0,00041	0,00147	0,00877	0,00056	0,00115	0,00039	0,00018	7,9Е-06	5,3Е-05	0,0001	0,00018	0,00042	7,9Е-06	0,00344	0,00017	0,00037	1,4Е-06	0,00025		
г	о	0,00115	2,7Е-05	2,3Е-05	6,5Е-06	0,00138	0,00029	1,4Е-06	1,6Е-05	0,00106	7,2Е-07	8,3Е-05	0,00059	8,6Е-06	0,00059	0,00978	3,5Е-05	0,00107	4,1Е-05	1,5Е-05	0,00666	о	7,2Е-07	7,2Е-07	6,4Е-05	2Е-05	о	о	2,2Е-06	о	о		
д	о	0,00572	6,3Е-05	0,00062	3,3Е-05	0,00108	0,00658	0,00021	4,5Е-05	0,00274	1,7Е-05	0,00018	0,00147	6,9Е-05	0,00018	0,00383	0,00026	0,00123	0,00065	0,0002	0,00274	5Е-06	2,8Е-05	0,00029	0,00013	5,9Е-05	о	0,00064	0,00106	2,7Е-05	7,2Е-07	0,0006	
е	о	0,00088	0,00291	0,00439	0,00428	0,00584	0,00119	0,00098	0,00152	0,00232	0,00234	0,00205	0,00629	0,00654	0,01041	0,00182	0,00295	0,00831	0,00691	0,00871	0,00122	1,8Е-05	0,00126	0,00028	0,0015	0,00088	0,00083	о	о	0,00027	0,00016	0,00083	
ж	о	0,00096	1,9Е-05	3,6Е-06	5Е-06	0,00149	0,00363	4,8Е-05	5,7Е-06	0,00235	о	6,5Е-05	3,6Е-06	5Е-06	0,00086	7,2Е-06	4,3Е-06	2Е-05	1,4Е-05	7,2Е-07	0,00015	о	о	о	9,3Е-05	о	о	о	0,00016	о	о	о	
з	о	0,00574	0,00022	0,00105	0,00016	0,00095	0,00081	4,3Е-05	0,00023	0,00037	7,2Е-07	0,00017	0,00043	0,00048	0,00319	0,00053	0,00013	0,00036	0,00015	7,0013	0,00045	2,2Е-06	1,4Е-06	3,6Е-06	4,1Е-05	7,2Е-06	1,4Е-06	0,00095	0,00016	3,6Е-05	о	0,00012	
и	о	0,00092	0,00227	0,00615	0,00114	0,00257	0,00507	0,0007	0,00047	0,04006	0,00117	0,00365	0,00538	0,00596	0,00764	0,00269	0,00348	0,00133	0,00745	0,00664	0,00097	6Е-05	0,00514	0,00066	0,00127	0,00051	0,00039	о	о	0,00026	0,00069	0,00385	
й	о	0,00058	0,00022	0,00017	0,00022	0,00058	0,0001	0,00057	0,00016	0,00083	8,6Е-06	0,00036	6Е-05	0,0005	0,00068	0,00052	0,00067	0,00023	0,00088	0,00103	0,00025	9,3Е-06	2,8Е-05	0,0026	0,00018	0,00022	7,2Е-06	о	о	4,2Е-05	о	3,9Е-05	
к	о	0,00665	0,00014	0,00051	4,2Е-05	0,00014	0,00026	0,00034	5Е-05	0,00169	5,7Е-06	0,00038	0,00119	0,00019	0,00071	0,00886	0,00036	0,00176	0,00037	0,00127	0,00097	1,2Е-05	1,9Е-05	5Е-06	9,8Е-05	1,5Е-05	7,2Е-07	о	о	6,2Е-05	7,2Е-07	6,1Е-05	
л	о	0,01167	0,00012	0,00051	9,2Е-05	0,00019	0,00417	0,00004	7,6Е-05	0,01064	1,4Е-05	0,00022	0,00531	0,00016	0,00073	0,00447	0,00025	4Е-05	0,00067	0,0017	0,00141	2,4Е-05	5,7Е-06	0,00012	5,7Е-06	1,4Е-06	0,00047	0,00323	5,1Е-05	0,00148	0,00217		
м	о	0,00208	0,00004	0,00009	0,00014	0,00048	0,00347	8,6Е-05	0,00037	0,00597	5Е-06	0,00067	0,00076	0,00102	0,00228	0,04049	0,00011	0,00029	0,00104	0,00044	0,0048	1,1Е-05	3,9Е-05	2,3Е-05	0,00061	2,9Е-05	5Е-06	0,00191	7,4Е-05	0,0001	7,2Е-07	0,0005	
н	о	0,01102	0,00014	0,00037	0,00024	0,00014	0,01187	2,9Е-05	0,00013	0,0174	6,5Е-06	0,00018	3,2Е-05	0,00103	0,00372	0,00792	0,00043	0,0001	0,00076	0,00022	0,00179	5,7Е-06	3,2Е-05	0,00019	9,6Е-05	4,3Е-06	0,00014	0,00461	0,00101	2,7Е-05	8,9Е-05	0,00156	
о	о	0,00085	0,00604	0,00968	0,00607	0,00582	0,0029	0,00233	0,00192	0,0036	0,0028	0,00358	0,00393	0,00654	0,00888	0,00203	0,00323	0,00775	0,01008	0,01025	0,00052	3,4Е-05	0,00039	4,3Е-05	0,00223	0,00042	0,00054	о	о	0,00036	0,00023	0,00073	
п	о	0,00075	о	2,9Е-06	о	7,2Е-07	0,00113	о	2,9Е-06	0,00094	о	5,8Е-05	0,00047	1,4Е-06	9,6Е-05	0,01198	4,1Е-05	0,00869	7,9Е-06	5,7Е-05	0,00104	о	о	5,7Е-06	5,7Е-06	2,9Е-06	о	0,00021	2,2Е-05	7,2Е-07	о	0,00012	
р	о	0,00907	8,8Е-05	0,00015	0,00048	0,00074	0,00724	0,00061	6,7Е-05	0,00466	3,7Е-05	7Е-05	2,2Е-05	9,2Е-05	0,00122	0,0075	0,0002	0,00019	0,00035	0,00298	7,2Е-07	3,2Е-05	8,8Е-05	4,4Е-05	0,00049	1,2Е-05	0,00328	0,00013	4,3Е-06	4,2Е-05	0,00132		
с	о	0,00154	0,00017	0,00283	4,2Е-05	0,00035	0,00371	2,9Е-05	7,3Е-05	0,00146	2,2Е-06	0,00311	0,00529	0,0007	0,00128	0,00288	0,00301	0,00067	0,00057	0,01266	0,00181	9,3Е-06	0,00025	1,9Е-05	0,00038	3,6Е-05	2,2Е-06	0,00052	0,00219	3,5Е-05	1,9Е-05	0,00391	
т	о	0,00409	0,00036	0,00065	0,0002	0,0006	0,00785	4,8Е-05	0,0003	0,00744	7,9Е-06	0,00115	0,00029	0,00037	0,00184	0,01639	0,001	0,00188	0,00332	0,0007	0,001	1Е-05	3,9Е-05	0,00013	0,00042	1,7Е-05	2,7Е-05	0,00129	0,00563	0,00018	4,3Е-06	0,0005	
у	о	0,00037	0,00071	0,00198	0,00118	0,00346	0,00078	0,00127	0,00031	0,00092	0,00017	0,00105	0,00042	0,00088	0,00101	0,0005	0,00184	0,00102	0,0019	0,00275	9,4Е-05	0,0001	0,00081	1,1Е-05	0,0012	0,00074	0,00087	о	о	6,4Е-05	0,00171	0,00018	
ф	о	0,00027	7,2Е-07	3,6Е-06	7,2Е-07	2,9Е-06	1,1Е-05	7,2Е-07	о	3,5Е-05	7,2Е-07	7,2Е-07	1,2Е-05	2,2Е-06	2,9Е-06	3Е-05	7,9Е-06	1,5Е-05	1,1Е-05	7,2Е-07	1,9Е-05	5Е-06	2,2Е-06	7,2Е-07	о	о	о	1,4Е-06	о	о	о	о	
х	о	0,00329	0,0003	0,00127	0,00016	0,00055	0,00022	0,00014	0,00038	0,00147	8,6Е-06	0,00082	0,00026	0,00016	0,00091	0,00216	0,00114	0,00049	0,00104	0,00027	0,0009	1,1Е-05	7Е-05	1,4Е-05	0,0001	1,7Е-05	4,3Е-06	о	о	6,3Е-05	7,2Е-07	2,6Е-05	
ц	о	0,00087	5Е-06	4,7Е-05	2,9Е-06	8,6Е-06	0,00052	1,4Е-06	6,5Е-06	8,6Е-05	о	1,3Е-05	1,4Е-06	1,2Е-05	2,7Е-05	0,00012	3,1Е-05	6,5Е-06	1,1Е-05	1,2Е-05	8,8Е-05	о	7,2Е-07	о	2,2Е-06	7,2Е-07	о	0,00014	о	2,2Е-06	о	о	
ч	о	0,00097	о	5Е-06	7,2Е-07	о	0,00235	о	о	0,00179	о	4Е-05	2,9Е-05	1,4Е-06	0,00049	2,9Е-06	7,2Е-07	1,9Е-05	о	0,00403	0,00021	о	о	о	о	0,00018	о	о	0,00023	о	о	о	о
щ	о	0,00116	7,9Е-06	1,7Е-05	3,6Е-05	5,7Е-06	0,00185	7,2Е-07	2,9Е-06	0,00184	о	3,6Е-05	0,0004	6,5Е-06	0,00052	0,00013	3,4Е-05	5Е-06	8,6Е-06	1,6Е-05	0,00019	о	о	о	1,3Е-05	о	о	0,0005	7,2Е-07	о	2,2Е-06	о	
ы	о	0,00009	7,2Е-07	2,8Е-05	о	7,2Е-07	0,00185	о	5,7Е-06	0,00227	о	3,6Е-06	о	1,8Е-05	9,6Е-05	1,4Е-05	8,6Е-06	1,7Е-05	1,4Е-06	1,4Е-06	8,6Е-05	о	7,2Е-07	о	о	о	о	о	0,00017	о	о	о	
ь	о	0,00026	0,00048	0,00225	0,00012	0,0004	0,00262	7,2Е-05	0,00029	0,00101	0,00141	0,00048	0,00125	0,0018	0,00137	0,00091	0,00113	0,00023	0,00102	0,00085	0,00035	9,3Е-06	0,0014	3,6Е-06	0,00018	0,00076	4,3Е-06	о	о	8,9Е-05	о	5,2Е-05	
э	о	0,00045	0,00034	0,00117	0,00012	0,00032	0,00063	7Е-05	0,00041	0,00135	1,2Е-05	0,00132	0,00016	0,0006	0,00185	0,00085	0,00066	0,00012	0,00173	0,0007	0,00017	2,2Е-05	4,7Е-05	3,6Е-05	0,00025	0,0004	3Е-05	о	о	0,00016	0,00052	0,00041	
ю	о	1,4Е-06	о	7,2Е-07	2,2Е-06	о	о	о	2,9Е-06	о	о	6,6Е-06	1,4Е-06	5,7Е-06	о	о	5Е-06	1,4Е-06	7,2Е-07	0,00272	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о	о
я	о	0,00015	0,00023	0,00029	2,1Е-05	0,00113	4,5Е-05	8,2Е-05	9,1Е-05	0,00035	2,9Е-06	0,00016	2,8Е-05	0,00018	0,00015	0,00015	0,00018	8,6Е-05	0,00021	0,00192	2,7Е-05	2,2Е-06	6,5Е-06	4,3Е-06	0,00013	5,7Е-06	0,0016	о	о	2Е-05	2Е-05	1,5Е-05	
	о	0,00066	0,00029	0,00173	0,00018	0,00053	0,00084	0,00002	0,00061	0,00154	0,00015	0,00085	0,00062	0,00159	0,00247	0,001	0,00087	0,00021	0,00152	0,00026	0,0002	1Е-05	0,00027	5,2Е-05	0,00032	1,8Е-05	0,00032	о	о	0,00013	0,00038	0,0002	

Таблиця ентропій та надлишковостей:

	Ентропія (H)	Надлишковість (R)
Н1 з пробілами	4.346580	0.130684
Н1 без пробілів	4.430595	0.105688
Н2 без перетину з пробілами	3.898762	0.220248
Н2 без перетину без пробілів	4.080748	0.176305
Н2 з перетином з пробілами	3.898952	0.220210
Н2 з перетином без пробілів	4.081021	0.176250

Завдання 2

$$1,68676911772205 < H(10) < 2,47609019749575$$

$$0.50478196050085 < R(10) < 0.66264617645559$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
но_они_в

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: 53

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $1,68676911772205 < H < 2,47609019749575$

Двоичная таблица угаданных символов:

```
01000000000000000000000000000000
00000000000000000100000000000000
01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00000000001000000000000000000000
~~~~~
```

Вероятности:

q[1] = 0,5192307
q[2] = 0,1730769
q[3] = 0,0384615
q[4] = 0,0384615
q[5] = 0,0576923
q[6] = 0,0192307
q[7] = 0
q[8] = 0
q[9] = 0,0192307
q[10] = 0
q[11] = 0,038461
q[12] = 0
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0,019230
q[16] = 0,019230
q[17] = 0,019230
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
q[28] = 0
q[29] = 0,019230
q[30] = 0,019230
q[31] = 0
q[32] = 0

Строка состояния:

$$1,71907361511158 < H(20) < 2,30688191162515$$

$$0.53862361767497 < R(20) < 0.656185276977684$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
кой_смысл_заявлять_

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: 53

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $1,71907361511158 < H < 2,30688191162515$

Двоичная таблица угаданных символов:

```
00000000010000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
~~~~~
```

Вероятности:

q[1] = 0,6346153
q[2] = 0
q[3] = 0,0384615
q[4] = 0,0192307
q[5] = 0,0192307
q[6] = 0,0192307
q[7] = 0,0192307
q[8] = 0,0384615
q[9] = 0
q[10] = 0,019230
q[11] = 0,019230
q[12] = 0
q[13] = 0
q[14] = 0,019230
q[15] = 0
q[16] = 0,038461
q[17] = 0,019230
q[18] = 0,019230
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0,038461
q[22] = 0
q[23] = 0
q[24] = 0
q[25] = 0,038461
q[26] = 0
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0

Строка состояния:

$$1,11465904578193 < H(30) < 1,76809687143872$$

$$0.646380625712256 < R(30) < 0.777068190843614$$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
 ы_их_винить_в_содеянном_ими_з

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: 53

Неравенство для энтропии:
 $1,11465904578193 < H < 1,76809687143872$

Двоичная таблица угаданных символов:

10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000
00000000100000000000000000000000

Вероятности:

q[1] = 0,6923076
q[2] = 0,0961538
q[3] = 0,0576923
q[4] = 0
q[5] = 0
q[6] = 0,0192307
q[7] = 0,0192307
q[8] = 0
q[9] = 0,0384615
q[10] = 0
q[11] = 0
q[12] = 0
q[13] = 0,019230
q[14] = 0
q[15] = 0
q[16] = 0
q[17] = 0,019230
q[18] = 0
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0,019230
q[22] = 0
q[23] = 0
q[24] = 0
q[25] = 0
q[26] = 0
q[27] = 0
q[28] = 0,019230
q[29] = 0
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Строка состояния:

Завдання 3

Entropy of natural languages

Table 3. Entropy and redundancy of fiction texts for several languages by Piotrovski *et al.*

	Language	\hat{H} bits	\hat{H} bits	\hat{R} (%)	\hat{R} (%)
1	Russian	1.19	0.70	76	86
2	Polish	1.29	0.83	74	84
3	English	1.10	0.65	77	86
4	German	1.36	0.83	71	82
5	French	1.36	0.78	71	84
6	Rumanian	1.26	0.78	74	84
7	Kazakh	1.35	0.81	75	85

В інтернеті знайшли таблицю «Ентропія та надмірність художніх текстів для кількох мов, складену Пьотровським та ін.». Беручи та порівнюючи дані з цієї таблиці та результати, які були отримані під час роботи з CoolPinkProgram, можна помітити, що значення ентропії та надлишковості російської мови з програми є наближеними до табличних. Чим більше кількості символів у n-грамах, тим ближчий результат.

Висновки

У результаті виконаної роботи було експериментально підтверджено залежність ентропії та надлишковості російської мови від обраної моделі джерела тексту. Було показано, що включення пробілів у алфавіт зменшує значення ентропії через їхню високу частоту, а використання біграм і n-грам дозволяє врахувати залежності між символами, що знижує невизначеність та підвищує точність оцінки. Отримані значення ентропії в програмі майже збігаються зі знайденими теоретичними даними в інтернеті і наближаються до них зі зростанням довжини n-грам.