



Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Фізико-технічний інститут

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

з дисципліни

«Криптографія»

на тему: «Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту»

Виконали:

студенти 3 курсу ФТІ

Групи ФБ-72

Катрич Дар'я та Марісов Микола

Перевірили:

Чорний О.

Савчук М. М.

Завадська Л. О.

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.

Результати виконання програми:

	Ентропія монограм	Ентропія біграм з перетином	Ентропія біграм без перетину
Текст з пробілом	4.362072483719378	3.9552059573204215	3.9543256800039517
Текст без пробілів	4.447885373839504	4.130708793777132	4.131789928927935

Оцінка надлишковості:

	Ентропія монограм	Ентропія біграм з перетином	Ентропія біграм без перетину
Текст з пробілом	0.12758550326	0.20895880854	0.209134864
Текст без пробілів	0.10219840007	0.16622020304	0.1660019769



Частота літер	Без пробілів	Частота літер	З пробілами
[a]:	0,088313	[]:	0.164073
[б]:	0,016402	[a]:	0.073823
[в]:	0,039266	[б]:	0.013711
[г]:	0,016655	[в]:	0.032823
[д]:	0,029482	[г]:	0.013922
[е]:	0,080744	[д]:	0.024644
[ж]:	0,010099	[е]:	0.067495
[з]:	0,017030	[ж]:	0.008442
[и]:	0,065146	[з]:	0.014235
[й]:	0,009576	[и]:	0.054457
[к]:	0,033032	[й]:	0.008004
[л]:	0,055539	[к]:	0.027612
[м]:	0,035142	[л]:	0.046426
[н]:	0,066620	[м]:	0.029376
[о]:	0,110278	[н]:	0.055689
[п]:	0,029168	[о]:	0.092183
[р]:	0,042515	[п]:	0.024382
[с]:	0,051727	[р]:	0.035539
[т]:	0,061097	[с]:	0.043240
[у]:	0,030250	[т]:	0.051072

[ф]:	0,001708	[y]:	0.025286
[x]:	0,007577	[ф]:	0.001427
[ц]:	0,003334	[x]:	0.006334
[ч]:	0,016581	[ц]:	0.002787
[ш]:	0,007820	[ч]:	0.013860
[щ]:	0,002790	[ш]:	0.006536
[ы]:	0,018657	[щ]:	0.002331
[б]:	0,021252	[ы]:	0.015595
[э]:	0,002693	[б]:	0.017765
[ю]:	0,005258	[э]:	0.002251
[я]:	0,024247	[ю]:	0.004394
		[я]:	0.020269

Частота біграм з перетином (без пробілу)

аа	0,000250	вц	0,000039	ес	0,00723	ир	0,00161	лл	0,00234	ня	0,00251	рь	0,00042	уп	0,00148	цс	0,00005	ыт	0,00123	юш	0,00004
аб	0,002045	вч	0,000052	ет	0,00685	ис	0,00509	лм	0,00045	оа	0,00014	рз	0,00004	ур	0,00084	цт	0,00002	ыу	0,00027	ющ	0,00041
ав	0,005506	вш	0,000424	еу	0,00082	ит	0,00606	лн	0,00110	об	0,00571	рю	0,00014	ус	0,00207	цу	0,00022	ыф	0,00000	юз	0,00003
аг	0,001286	вщ	0,000023	еф	0,00019	иу	0,00070	ло	0,00747	ов	0,00951	ря	0,00121	ут	0,00217	цч	0,00001	ых	0,00108	юю	0,00004
ад	0,003271	вы	0,003221	ех	0,00099	иф	0,00014	лп	0,00062	ог	0,00558	са	0,00162	уу	0,00024	цш	0,00000	ыц	0,00001	юя	0,00014
ае	0,002337	вь	0,000156	ец	0,00042	их	0,00159	лр	0,00016	од	0,00602	сб	0,00018	уф	0,00006	цщ	0,00001	ыч	0,00027	яа	0,00012
аж	0,001492	вэ	0,000185	еч	0,00208	иц	0,00102	лс	0,00162	ое	0,00297	св	0,00130	ух	0,00047	цэ	0,00000	ыш	0,00058	яб	0,00053
аз	0,004603	вю	0,000004	еш	0,00124	ич	0,00178	лт	0,00029	ож	0,00309	сг	0,00011	уч	0,00000	цю	0,00000	ыщ	0,00000	яв	0,00196
аи	0,001432	вя	0,000323	ещ	0,00060	иш	0,00079	лу	0,00232	оз	0,00220	сд	0,00044	уч	0,00163	ця	0,00003	ыз	0,00006	яг	0,00028
ай	0,000691	га	0,001117	еэ	0,00023	ищ	0,00012	лф	0,00004	ои	0,00191	се	0,00387	уш	0,00074	ча	0,00264	ыя	0,00023	яд	0,00159
ак	0,006043	гб	0,000027	ею	0,00017	из	0,00020	лх	0,00004	ой	0,00397	сж	0,00008	ущ	0,00025	чб	0,00000	ья	0,00013	яе	0,00039
ал	0,010781	гв	0,000033	ея	0,00090	ию	0,00027	лц	0,00001	ок	0,00358	сз	0,00006	уэ	0,00009	чв	0,00001	ьб	0,00044	яж	0,00033
ам	0,005577	гг	0,000013	жа	0,00142	ия	0,00200	лч	0,00053	ол	0,00697	си	0,00237	ую	0,00109	чг	0,00000	ьв	0,00136	яз	0,00099
ан	0,007227	гд	0,001633	жб	0,00001	йа	0,00011	лш	0,00001	ом	0,00791	ск	0,00378	уя	0,00038	че	0,00392	ьг	0,00025	яи	0,00068
ао	0,001432	ге	0,000266	жв	0,00001	йб	0,00022	лщ	0,00000	он	0,00967	сл	0,00390	фа	0,00012	чи	0,00190	ьд	0,00062	яй	0,00004
ап	0,003947	гж	0,000002	жг	0,00000	йв	0,00047	лы	0,00084	оо	0,00205	см	0,00192	фв	0,00000	чк	0,00047	ье	0,00105	як	0,00085
ар	0,003263	гз	0,000033	жд	0,00095	йг	0,00018	ль	0,00430	оп	0,00374	сн	0,00170	фд	0,00000	чл	0,00004	ьж	0,00007	ял	0,00143
ас	0,008140	ги	0,000757	же	0,00035	йд	0,00060	лэ	0,00008	ор	0,00688	со	0,00307	фе	0,00027	чм	0,00000	ьз	0,00052	ям	0,00107
ат	0,007826	гк	0,000246	жж	0,00000	йе	0,00010	лю	0,00110	ос	0,00960	сп	0,00237	фз	0,00000	чн	0,00111	ьи	0,00085	ян	0,00299
ау	0,001043	гл	0,002095	жз	0,00001	йж	0,00013	ля	0,00203	от	0,00897	ср	0,00032	фи	0,00038	чо	0,00010	ьк	0,00210	яо	0,00118
аф	0,000308	гм	0,000046	жи	0,00188	йз	0,00017	ма	0,00407	оу	0,00099	сс	0,00134	фх	0,00000	чп	0,00000	ьл	0,00025	яп	0,00235
ав	0,001128	гн	0,000370	жк	0,00023	йм	0,00044	мб	0,00028	оф	0,00031	ст	0,01195	фл	0,00015	чр	0,00000	ьм	0,00107	яр	0,00052
ац	0,000193	го	0,007959	жл	0,00004	ий	0,00000	мв	0,00072	ох	0,00097	су	0,00094	фм	0,00000	чс	0,00000	ьн	0,00311	яс	0,00216
ач	0,002070	гп	0,000054	жм	0,00001	йк	0,00069	мг	0,00024	оц	0,00017	сф	0,00004	фн	0,00000	чт	0,00492	ьо	0,00076	ят	0,00192
аш	0,001128	гр	0,000836	жн	0,00145	йл	0,00012	мд	0,00036	оч	0,00335	сх	0,00018	фо	0,00032	чу	0,00088	ьп	0,00124	яф	0,00057
ащ	0,000256	гс	0,000050	жо	0,00016	йм	0,00051	ме	0,00491	ош	0,00107	цц	0,00003	фп	0,00000	чф	0,00000	ьр	0,00033	яф	0,00002
аз	0,000327	гт	0,000025	жп	0,00001	йн	0,00128	мж	0,00007	ощ	0,00029	сч	0,00049	фр	0,00015	чч	0,00001	ьс	0,00252	ях	0,00031
аю	0,001209	гу	0,000930	жр	0,00000	йо	0,00046	мз	0,00017	оз	0,00043	сш	0,00010	фс	0,00001	чш	0,00023	ьт	0,00063	яц	0,00017
ая	0,003502	гф	0,000006	жс	0,00003	йп	0,00087	ми	0,00410	ою	0,00020	сщ	0,00000	фт	0,00002	чь	0,00026	ьу	0,00047	яч	0,00056
ба	0,000743	гч	0,000106	жт	0,00000	йр	0,00033	мй	0,00000	оя	0,00189	сы	0,00041	фу	0,00015	чя	0,00000	ьф	0,00007	яш	0,00010
бб	0,000035	гш	0,000012	жу	0,00028	йс	0,00109	мк	0,00078	па	0,00287	сь	0,00474	фф	0,00001	ша	0,00095	ьх	0,00009	ящ	0,00023
бв	0,000042	гэ	0,000019	жч	0,00016	йт	0,00057	мл	0,00026	пв	0,00000	сэ	0,00011	фч	0,00002	шв	0,00007	ьц	0,00018	яз	0,00013
бг	0,000004	гя	0,000023	жь	0,00003	йу	0,00016	мм	0,00046	пг	0,00000	сю	0,00011	фш	0,00000	шд	0,00001	ьч	0,00078	яя	0,00011
бд	0,000015	да	0,004823	жэ	0,00000	йф	0,00010	мн	0,00347	пд	0,00000	ся	0,00407	фы	0,00001	ше	0,00210	ьш	0,00074		
бе	0,002070	дб	0,000117	жя	0,00000	йх	0,00006	мо	0,00642	пе	0,00210	та	0,00670	фю	0,00000	шз	0,00000	ьщ	0,00002		
бж	0,000006	дв	0,001057	за	0,00689	йц	0,00009	мп	0,00113	пж	0,00000	тб	0,00022	фя	0,00000	ши	0,00137	ьэ	0,00013		
бз	0,000008	дг	0,000079	зб	0,00015	йч	0,00029	мр	0,00032	пз	0,00000	тв	0,00276	ха	0,00061	шк	0,00073	ья	0,00042		
би	0,001074	дд	0,000141	зв	0,00096	йш	0,00009	мс	0,00094	пи	0,00122	тг	0,00009	хб	0,00009	шл	0,00064	ья	0,00091		
бк	0,000167	де	0,005708	зг	0,00062	йщ	0,00000	мт	0,00032	пк	0,00016	тд	0,00038	хв	0,00044	шм	0,00004	ьэ	0,00000		
бл	0,000880	дж	0,000368	зд	0,00095	йэ	0,00005	му	0,00240	пл	0,00122	те	0,00600	хг	0,00007	шн	0,00028	ьц	0,00002		
бм	0,000033	дз	0,000046	зе	0,00031	йю	0,00000	мф	0,00005	пм	0,00000	тж	0,00007	хд	0,00014	шо	0,00034	ьэ	0,00013		
бн	0,000501	ди	0,000216	жж	0,00010	йя	0,00024	мх	0,00006	пн	0,00021	тз	0,00015	хе	0,00010	шп	0,00002	ья	0,00091		
бо	0,003169	дй	0,000002	зз	0,00017	ка	0,00781	мц	0,00002	по	0,01203	ти	0,00468	хж	0,00004	шр	0,00003	ьэ	0,00000		
бп	0,000013	дж	0,000397	зи	0,00065	кб	0,00043	мч	0,00040	пп	0,00006	тй	0,00000	хз	0,00006	шт	0,00000	ьц	0,00000		
бр	0,001157	дл	0,000909	зк	0,00026	кв	0,00057	мш	0,00004	пр	0,00743	тк	0,00128	хи	0,00034	шт	0,00007	ьч	0,00078		
бс	0,000183	дм	0,000123	эл	0,00025	кг	0,00008	мщ	0,00000	пс	0,00004	тл	0,00044	хк	0,00023	шу	0,00026	ьш	0,00000		
бт	0,000029	дн	0,002243	эм	0,00067	кд	0,00021	мы	0,00177	пт	0,00009	тм	0,00042	хл	0,00025	шф	0,00000	ьщ	0,00002		
бу	0,001507	до	0,004536	эн	0,00222	ке	0,00094	мь	0,00018	пу	0,00068	тн	0,00183	хм	0,00017	шх	0,00000	ьэ	0,00000		
бх	0,000079	дп	0,000216	зо	0,00064	кж	0,00010	мэ	0,00015	пч	0,00004	то	0,01507	хн	0,00054	щ	0,00001	ья	0,00042		
бц	0,000002	др	0,001059	зп	0,00020	кз	0,00014	мю	0,00000	пш	0,00000	тп	0,00083	хо	0,00300	шь	0,00078	ьэ	0,00000		
бч	0,000004	дс	0,000416	зр	0,00033	ки	0,00320	мя	0,00092	пы	0,00058	тр	0,00485	хп	0,00041	шс	0,00000	ьц	0,00000		
бш	0,000006	дт	0,000454	эс	0,00016	кк	0,00025	на	0,01352	пь	0,00009	тс	0,00182	хр	0,00019	шо	0,00000	ьч	0,00078		
бщ	0,000287	ду	0,002033	эт	0,00011	кл	0,00113	нб	0,00019	пю	0,00001	тт	0,00028	хс	0,00025	ща	0,00037	ьш	0,00000		
бы	0,003629	дф	0,000008	эу	0,00050	км	0,00031	нв	0,00046	пя	0,00025	ту	0,00150	хт	0,00009	щв	0,00000	ьщ	0,00000		
бь	0,000114	дх	0,000058	эф	0,00001	кн	0,00097	нг	0,00026	ра	0,00878	тф	0,00005	ху	0,00021	ще	0,00126	ьэ	0,00004		
бэ	0,000096	дц	0,000248	зх	0,00000	ко	0,00931	нд	0,00049	рб	0,00007	тх	0,00007	хф	0,00002	щи	0,00000	ья	0,00042		
бю	0,000017	дч	0,000081	зц	0,00000	кп	0,00041	не	0,01238	рв	0,00047	тц	0,00005	хх	0,00002	щп	0,00001	ьэ	0,00000		
бя	0,000533	дш	0,000073	эч	0,00003	кр	0,00025	нж	0,00004	рг	0,00022	тч	0,00043	хц	0,00001	щн	0,00003	ьц	0,00000		
ва	0,006301	ды	0,000757	зш	0,00001	кс	0,00063	нз	0,00016	рд	0,00033	тш	0,00003	хч	0,00005	що	0,00000	ьч	0,00078		
вб	0,000221	дь	0,000537	зт	0,00011	кт	0,00080	ни	0												

Частота біграм без перетину (без пробілу)

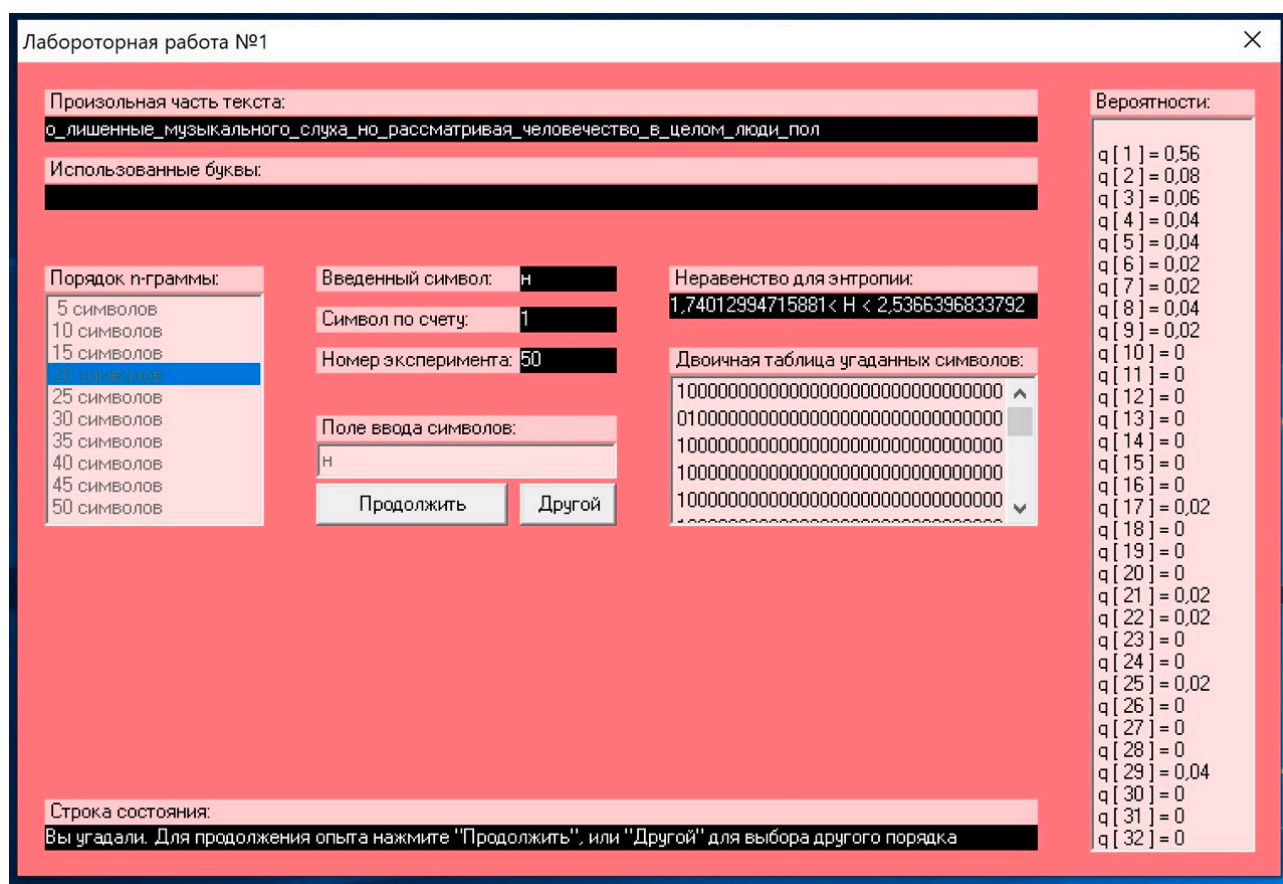
аа	0,00027	вш	0,00042	еф	0,00021	их	0,00159	лр	0,00016	ое	0,00287	сз	0,00005	уя	0,00042	чн	0,00109	ьр	0,00035	яф	0,00005
аб	0,00201	вщ	0,00001	ех	0,00097	иц	0,00104	лс	0,00167	ож	0,00303	си	0,00247	фа	0,00013	чо	0,00010	ьс	0,00244	ях	0,00034
ав	0,00546	вы	0,00319	ец	0,00040	ич	0,00194	лт	0,00028	оз	0,00219	ск	0,00365	фв	0,00000	чп	0,00001	ьт	0,00064	яц	0,00015
аг	0,00123	вэ	0,00015	еш	0,00209	иш	0,00086	лу	0,00230	ои	0,00188	сл	0,00382	фд	0,00000	чр	0,00001	ьу	0,00047	яч	0,00062
ад	0,00333	въ	0,00018	еш	0,00130	ищ	0,00014	лф	0,00004	ой	0,00398	см	0,00190	фе	0,00025	чт	0,00484	ьф	0,00008	яш	0,00011
ае	0,00226	вю	0,00000	ещ	0,00051	из	0,00022	лх	0,00006	ок	0,00363	сн	0,00173	фз	0,00000	чу	0,00092	ьх	0,00009	ящ	0,00018
аж	0,00155	вя	0,00034	ез	0,00021	ию	0,00026	лц	0,00001	ол	0,00707	со	0,00313	фи	0,00042	чф	0,00000	ьц	0,00019	яз	0,00012
аз	0,00470	га	0,00110	ею	0,00018	ия	0,00194	лш	0,00050	ом	0,00769	сп	0,00241	фк	0,00000	чч	0,00000	ьч	0,00067	яю	0,00011
аи	0,00142	гб	0,00002	ея	0,00092	иа	0,00013	лщ	0,00000	он	0,00954	ср	0,00035	фл	0,00013	чш	0,00024	ьш	0,00076	яя	0,00056
ай	0,00072	гв	0,00001	жа	0,00140	иб	0,00023	лы	0,00087	оп	0,00390	ст	0,01192	фн	0,00000	чь	0,00026	ьщ	0,00004		
ак	0,00601	гг	0,00001	жб	0,00001	ив	0,00044	ль	0,00042	ос	0,00701	су	0,00102	фо	0,00032	ша	0,00095	ьэ	0,00013		
ал	0,01064	гд	0,00160	жв	0,00001	ид	0,00019	лэ	0,00007	ор	0,00971	сф	0,00002	фп	0,00000	шв	0,00008	ью	0,00040		
ам	0,00567	ге	0,00028	жг	0,00000	йа	0,00061	лю	0,00110	от	0,00892	сх	0,00017	фр	0,00014	шд	0,00001	ья	0,00088		
ан	0,00710	гж	0,00000	жд	0,00092	ие	0,00009	лю	0,00110	оу	0,00095	сц	0,00003	фс	0,00000	ше	0,00199	эб	0,00000		
ао	0,00143	гз	0,00004	же	0,00330	иж	0,00012	ля	0,00202	оф	0,00032	сш	0,00010	фт	0,00002	шз	0,00000	эв	0,00001		
ап	0,00383	ги	0,00075	жз	0,00001	ий	0,00015	ма	0,00401	ох	0,00097	сч	0,00049	фу	0,00015	ши	0,00140	эг	0,00002		
ар	0,00326	гк	0,00020	жи	0,00187	ии	0,00050	мб	0,00027	оц	0,00016	сщ	0,00000	фф	0,00001	шк	0,00068	эд	0,00000		
ас	0,00801	гл	0,00202	жк	0,00026	ий	0,00000	мв	0,00075	оч	0,00338	сы	0,00038	фч	0,00002	шл	0,00062	эй	0,00003		
ат	0,00780	гм	0,00004	жл	0,00004	ик	0,00068	мг	0,00024	ош	0,00102	сь	0,00468	фы	0,00001	шм	0,00005	эк	0,00015		
ау	0,00105	гн	0,00040	жм	0,00001	ил	0,00010	мд	0,00034	ощ	0,00030	сь	0,00010	фя	0,00000	шн	0,00029	эл	0,00007		
аф	0,00030	го	0,00789	жн	0,00139	йм	0,00051	ме	0,00483	оц	0,00043	сз	0,00013	ха	0,00062	шс	0,00031	эм	0,00004		
ах	0,00114	гп	0,00008	жо	0,00015	йн	0,00133	мж	0,00005	оэ	0,00022	сю	0,00013	хб	0,00008	шп	0,00003	эн	0,00008		
ац	0,00020	гр	0,00085	жп	0,00001	ю	0,00045	мз	0,00019	оя	0,00022	ся	0,00397	хв	0,00041	шр	0,00003	эп	0,00001		
ач	0,00205	гс	0,00004	жс	0,00003	ип	0,00095	ми	0,00403	оа	0,00194	та	0,00691	хг	0,00007	шт	0,00000	эр	0,00009		
аш	0,00104	гт	0,00002	жт	0,00000	ир	0,00033	мй	0,00000	па	0,00284	тб	0,00021	хд	0,00013	шц	0,00005	эс	0,00003		
аш	0,00026	гу	0,00088	жу	0,00024	ис	0,00115	мк	0,00081	пг	0,00000	тв	0,00276	хе	0,00012	шу	0,00029	эт	0,00201		
аз	0,00033	гф	0,00000	жч	0,00017	ит	0,00045	мл	0,00024	пe	0,00209	тг	0,00008	хж	0,00005	шф	0,00000	эу	0,00000		
аю	0,00125	гч	0,00010	жь	0,00003	йу	0,00015	мн	0,00052	пж	0,00000	тд	0,00041	хз	0,00006	шх	0,00000	эф	0,00001		
ая	0,00340	гш	0,00001	жэ	0,00000	иф	0,00011	мм	0,00339	пи	0,00113	те	0,00574	хи	0,00035	щ	0,00001	эк	0,00001		
ба	0,00077	гэ	0,00002	жя	0,00000	йх	0,00005	мо	0,00652	пк	0,00018	тж	0,00007	хк	0,00020	шь	0,00077	ээ	0,00004		
бб	0,00003	гя	0,00000	за	0,00686	йц	0,00007	мп	0,00112	пл	0,00122	тз	0,00015	хл	0,00023	شو	0,00000	зя	0,00000		
бв	0,00004	да	0,00477	зб	0,00015	йч	0,00033	мр	0,00034	пн	0,00021	ти	0,00464	хм	0,00018	ща	0,00043	юа	0,00004		
бд	0,00000	дб	0,00012	зв	0,00100	йш	0,00008	мс	0,00097	по	0,01187	тк	0,00134	хн	0,00057	ще	0,00126	юб	0,00044		
бе	0,00207	дв	0,00105	зг	0,00058	йщ	0,00000	мт	0,00034	пп	0,00006	тл	0,00045	хо	0,00295	щи	0,00095	юв	0,00020		
бж	0,00000	дг	0,00009	зд	0,00097	із	0,00006	му	0,00249	пр	0,00730	тм	0,00045	хп	0,00043	цн	0,00003	юг	0,00004		
бз	0,00001	дд	0,00014	зе	0,00030	йю	0,00000	мф	0,00005	пт	0,00006	тн	0,00185	хр	0,00020	цо	0,00000	юд	0,00048		
би	0,00107	де	0,00581	жз	0,00012	ія	0,00026	мх	0,00008	пс	0,00010	то	0,01514	хс	0,00023	цу	0,00010	юе	0,00004		
бк	0,00018	дж	0,00041	зз	0,00015	ка	0,00778	мц	0,00003	пу	0,00064	тп	0,00083	хт	0,00007	ць	0,00003	юж	0,00010		
бл	0,00087	дз	0,00003	зи	0,00068	кб	0,00043	мч	0,00040	пч	0,00004	тр	0,00495	ху	0,00022	ья	0,00005	юз	0,00008		
бм	0,00003	ди	0,00267	зк	0,00025	кв	0,00056	мш	0,00005	пы	0,00060	тс	0,00178	хф	0,00002	ьб	0,00055	юй	0,00014		
бн	0,00049	дк	0,00042	зл	0,00025	кг	0,00010	мщ	0,00000	пь	0,00008	тт	0,00028	хх	0,00002	ьв	0,00045	юй	0,00005		
бо	0,00322	дл	0,00092	зм	0,00066	кд	0,00024	мы	0,00181	пю	0,00001	ту	0,00152	хц	0,00001	ьг	0,00034	юк	0,00029		
бп	0,00001	дм	0,00014	зн	0,00226	ке	0,00087	мь	0,00021	пя	0,00026	тф	0,00005	хч	0,00004	ьд	0,00040	юл	0,00008		
бр	0,00111	дн	0,00216	зо	0,00062	кж	0,00012	мэ	0,00013	рб	0,00871	тх	0,00007	хш	0,00003	ье	0,00142	юм	0,00019		
бс	0,00020	до	0,00457	зп	0,00017	кз	0,00013	мя	0,00095	рв	0,00009	тц	0,00004	хщ	0,00000	ьж	0,00011	юн	0,00025		
бт	0,00003	дп	0,00022	эр	0,00033	ки	0,00319	на	0,01341	рв	0,00048	тч	0,00039	хь	0,00000	ьз	0,00032	юо	0,00018		
бу	0,00152	др	0,00096	эс	0,00014	кк	0,00025	нб	0,00022	рг	0,00023	тш	0,00003	хэ	0,00001	ьи	0,00032	юп	0,00023		
бх	0,00007	дс	0,00041	эт	0,00013	кл	0,00105	нв	0,00046	рд	0,00033	тц	0,00003	хю	0,00000	ий	0,00132	юр	0,00016		
бч	0,00000	дт	0,00043	зу	0,00048	км	0,00030	нг	0,00026	ре	0,00703	ты	0,00202	хя	0,00008	ьк	0,00043	юс	0,00041		
бш	0,00000	ду	0,00198	зф	0,00000	кн	0,00094	нд	0,00049	рж	0,00032	ть	0,00804	ца	0,00069	ьл	0,00212	ют	0,00057		
бщ	0,00028	дф	0,00000	зх	0,00000	ко	0,00925	не	0,01253	рз	0,00010	тэ	0,00008	цб	0,00000	ьм	0,00169	юу	0,00004		
бы	0,00359	дх	0,00005	зц	0,00000	кп	0,00044	нж	0,00004	ри	0,00579	тю	0,00006	цв	0,00011	ьн	0,00103	юф	0,00003		
бь	0,00010	дц	0,00023	зч	0,00003	кр	0,00003	нз	0,00016	рк	0,00087	тя	0,00076	цг	0,00000	ьо	0,00050	юх	0,00002		
бэ	0,00011	дч	0,00007	зш	0,00003	кс	0,00062	ни	0,00777	рл	0,00019	уа	0,00020	цд	0,00001	ьо	0,00105	юц	0,00001		
бю	0,00001	дш	0,00008	зы	0,00037	кт	0,00085	нк	0,00052	рм	0,00036	уб	0,00083	це	0,00096	ьп	0,00047	юч	0,00033		
бя	0,00041	ды	0,00078	зь	0,00016	ку	0,00250	нл	0,00004	рн	0,00147	ув	0,00137	цз	0,00001	ьш	0,00047	юш	0,00004		
ва	0,00646	дв	0,00056	зэ	0,00002	кф	0,00002	нм	0,00018	ро	0,00778	уг	0,00094	ци	0,00056	ьщ	0,00000	ющ	0,00047		
вб	0,00027	дэ	0,00002	зю	0,00000	кх	0,00003	нн	0,00293	рп	0,00027	уд	0,00234	цк	0,00004	ьу	0,00027	юз	0,00002		
вв	0,00031	дю	0,00005	зя	0,00019	кц	0,00011	но	0,01250	рр	0,00007	уе	0,00038	цл	0,00000	ьх	0,00104	юю	0,00004		
вг	0,00037	дя	0,00033	из	0,00045	кч	0,00018	нп	0,00059	рс	0,00042	уж	0,00158	цм	0,00001	ьц	0,00001	юя	0,00015		
вд	0,00065	еа	0,00030	иб	0,00114	кш	0,00001	нр	0,00035	рт	0,00086	уз	0,00059	цн	0,00004	ьч	0,00029	яа	0,00013		
ве	0,00516	еб	0,00225	ив	0,00410	кщ	0,00000	нс</													

Частота біграм з перет(Без пробілу)

а	0,00154	б	ш	0,00000	д	ы	0,00063	и	б	0,00050	л	е	0,00410	о	в	0,00608	с	б	0,00006	у	ш	0,00059	ш	о	0,00028	э	х	0,00000
б	0,00549	б	щ	0,00024	д	ь	0,00044	и	в	0,00189	л	ж	0,00028	о	г	0,00433	с	в	0,00093	у	щ	0,00021	ш	п	0,00000	ю	а	0,00237
в	0,01369	б	ы	0,00303	д	э	0,00000	и	г	0,00045	л	з	0,00000	о	д	0,00417	с	г	0,00006	у	э	0,00000	ш	р	0,00002	ю	а	0,00001
г	0,00289	б	ь	0,00009	д	ю	0,00004	и	д	0,00173	л	и	0,00659	о	е	0,00199	с	д	0,00022	у	ю	0,00091	ш	т	0,00006	ю	б	0,00031
д	0,00669	б	э	0,00000	д	я	0,00022	и	е	0,00167	л	к	0,00039	о	ж	0,00239	с	е	0,00317	у	я	0,00005	ш	у	0,00022	ю	г	0,00000
е	0,00355	б	ю	0,00001	е		0,01825	и	ж	0,00028	л	л	0,00188	о	з	0,00123	с	ж	0,00004	ф		0,00003	ш	ц	0,00001	ю	д	0,00030
ж	0,00144	б	я	0,00044	е	а	0,00008	и	з	0,000219	л	м	0,00003	о	и	0,00087	с	и	0,00189	ф	а	0,00010	ш	ь	0,00066	ю	ж	0,00002
з	0,00505	в		0,00547	е	б	0,00101	и	и	0,00049	л	н	0,00032	о	й	0,00332	с	к	0,00292	ф	е	0,00023	ш	э	0,00000	ю	з	0,00002
и	0,00799	в	а	0,00519	е	в	0,00126	и	й	0,00076	л	о	0,00584	о	к	0,00212	с	л	0,00319	ф	з	0,00000	ш	ю	0,00000	ю	и	0,00000
й	0,00002	в	б	0,00000	е	г	0,00319	и	к	0,00186	л	п	0,00004	о	л	0,00534	с	м	0,00137	ф	и	0,00031	щ		0,00000	ю	й	0,00003
к	0,00890	в	в	0,00002	е	д	0,00285	и	л	0,00731	л	с	0,00098	о	м	0,00523	с	н	0,00102	ф	л	0,00012	щ	а	0,00031	ю	к	0,00004
л	0,00281	в	г	0,00001	е	е	0,00106	и	м	0,00228	л	т	0,00008	о	н	0,00578	с	о	0,00242	ф	н	0,00000	щ	е	0,00105	ю	л	0,00001
м	0,00936	в	д	0,00027	е	ж	0,00068	и	н	0,00329	л	у	0,00171	о	о	0,00030	с	п	0,00168	ф	о	0,00027	щ	и	0,00076	ю	м	0,00004
н	0,01744	в	е	0,00425	е	з	0,00122	и	о	0,00027	л	ф	0,00002	о	п	0,00094	с	р	0,00018	ф	р	0,00013	щ	н	0,00002	ю	н	0,00002
о	0,01009	в	ж	0,00001	е	и	0,00008	и	п	0,00027	л	ч	0,00017	о	р	0,00529	с	с	0,00089	ф	с	0,00000	щ	о	0,00000	ю	п	0,00000
п	0,01791	в	з	0,00043	е	й	0,00196	и	р	0,00094	л	ш	0,00000	о	с	0,00620	с	т	0,00948	ф	т	0,00001	щ	р	0,00000	ю	р	0,00004
р	0,00433	в	и	0,00296	е	к	0,00099	и	с	0,00299	л	щ	0,00000	о	т	0,00637	с	у	0,00062	ф	у	0,00012	щ	у	0,00011	ю	с	0,00016
с	0,01424	в	к	0,00040	е	л	0,00514	и	т	0,00443	л	ы	0,00070	о	у	0,00012	с	ф	0,00002	ф	ф	0,00001	щ	ь	0,00004	ю	т	0,00038
т	0,00706	в	л	0,00055	е	м	0,00383	и	у	0,00001	л	ь	0,00359	о	ф	0,00016	с	х	0,00014	ф	ч	0,00001	щ	я	0,000548	ю	ф	0,00000
у	0,00548	в	м	0,00009	е	н	0,00625	и	ф	0,00005	л	э	0,00002	о	х	0,00060	с	ц	0,00002	ф	ы	0,00001	щ	я	0,00001	ю	х	0,00000
ф	0,00070	в	н	0,00095	е	о	0,00017	и	х	0,00121	л	ю	0,00091	о	ц	0,00012	с	ч	0,00035	ф	ю	0,00000	ы	в	0,00072	ю	ц	0,00000
х	0,00151	в	о	0,00490	е	п	0,00069	и	ц	0,00082	л	я	0,00158	о	ч	0,00195	с	ш	0,00008	ф	я	0,00000	ы	г	0,00023	ю	ч	0,00016
ц	0,00024	в	п	0,00024	е	р	0,00547	и	ч	0,00099	м		0,00705	о	ш	0,00080	с	ы	0,00034	х		0,00241	ы	д	0,00011	ю	ш	0,00002
ч	0,00625	в	р	0,00067	е	с	0,00435	и	ш	0,00058	м	а	0,00333	о	щ	0,00023	с	ь	0,00396	х	а	0,00048	ы	е	0,00106	ю	щ	0,00034
щ	0,00084	в	с	0,00209	е	т	0,00507	и	щ	0,00008	м	б	0,00001	о	э	0,00004	с	э	0,00003	х	б	0,00000	ы	ж	0,00004	ю	ю	0,00003
э	0,00007	в	т	0,00030	е	у	0,00011	и	э	0,00000	м	в	0,00000	о	ю	0,00016	с	ю	0,00009	х	в	0,00015	ы	з	0,00004	я		0,01425
ю	0,00005	в	у	0,00053	е	ф	0,00008	и	ю	0,00022	м	г	0,00009	о	я	0,00064	с	я	0,00335	х	г	0,00001	ы	и	0,00001	я	б	0,00001
я	0,00630	в	х	0,00002	е	х	0,00044	и	я	0,00101	м	е	0,00399	п		0,00003	т		0,00487	х	е	0,00005	ы	й	0,00111	я	в	0,00021
	0,02204	в	ц	0,00001	е	ц	0,00032	й		0,00615	м	и	0,00297	п	а	0,00239	т	а	0,00554	х	з	0,00000	ы	к	0,00020	я	г	0,00009
а	0,00105	в	ч	0,00006	е	ч	0,00104	й	а	0,00000	м	к	0,00023	п	в	0,00000	т	б	0,00006	х	и	0,00013	ы	л	0,00174	я	д	0,00082
а	0,00292	в	ш	0,00028	е	ш	0,00092	й	б	0,00000	м	л	0,00010	п	е	0,00176	т	в	0,00186	х	к	0,00000	ы	м	0,00111	я	е	0,00008
а	0,00063	в	щ	0,00001	е	щ	0,00050	й	в	0,00000	м	м	0,00005	п	и	0,00101	т	г	0,00001	х	л	0,00015	ы	н	0,00018	я	ж	0,00016
а	0,00191	в	ы	0,00269	е	ю	0,00014	й	д	0,00014	м	н	0,00230	п	к	0,00012	т	д	0,00010	х	м	0,00004	ы	п	0,00015	я	з	0,00020
а	0,00131	в	ь	0,00013	е	я	0,00021	й	е	0,00001	м	о	0,00487	п	л	0,00102	т	е	0,00487	х	н	0,00026	ы	р	0,00025	я	й	0,00004
а	0,00113	в	я	0,00018	ж		0,00013	й	з	0,00000	м	п	0,00023	п	н	0,00017	т	з	0,00000	х	о	0,00237	ы	с	0,00048	я	к	0,00007
а	0,00323	г		0,00049	ж	а	0,00119	й	к	0,00009	м	р	0,00004	п	о	0,01006	т	и	0,00368	х	р	0,00008	ы	т	0,00081	я	л	0,00102
а	0,00011	г	а	0,00093	ж	б	0,00000	й	л	0,00002	м	с	0,00011	п	п	0,00004	т	к	0,00083	х	с	0,00003	ы	у	0,00001	я	м	0,00031
а	0,00057	г	б	0,00000	ж	г	0,00078	й	м	0,00009	м	т	0,00000	п	р	0,00621	т	л	0,00026	х	т	0,00000	ы	х	0,00083	я	н	0,00058
а	0,00378	г	в	0,00000	ж	д	0,00078	й	н	0,00063	м	у	0,00175	п	с	0,00003	т	м	0,00007	х	у	0,00009	ы	ц	0,00000	я	о	0,00000
а	0,00865	г	г	0,00000	ж	е	0,00280	й	о	0,00002	м	ф	0,00001	п	т	0,00007	т	н	0,00103	х	ш	0,00000	ы	ч	0,00013	я	п	0,00002
а	0,00318	г	д	0,00131	ж	ж	0,00000	й	п	0,00000	м	ц	0,00001	п	у	0,00057	т	о	0,01229	х	ь	0,00000	ы	ш	0,00046	я	р	0,00009
а	0,00359	г	е	0,00020	ж	и	0,00156	й	р	0,00001	м	ч	0,00003	п	ч	0,00004	т	п	0,00015	ц		0,00031	ы	щ	0,00000	я	с	0,00042
а	0,00001	г	и	0,00059	ж	к	0,00018	й	с	0,00034	м	ш	0,00000	п	ш	0,00000	т	р	0,00391	ц	а	0,00054	ы	я	0,00001	я	т	0,00111
а	0,00014	г	к	0,00017	ж	л	0,00003	й	т	0,00027	м	ы	0,00148	п	ы	0,00049	т	с	0,00113	ц	в	0,00006	ь		0,01193	я	х	0,00014
а	0,00214	г	л	0,00174	ж	м	0,00000	й	ф	0,00001	м	ь	0,00015	п	ь	0,00007	т	т	0,00007	ц	е	0,00080	ь	б	0,00005	я	ц	0,00012
а	0,00214	г	м	0,00001	ж	н	0,00118	й	ц	0,00005	м	э	0,00005	п	ю	0,00001	т	у	0,00113	ц	и	0,00045	ь	в	0,00000	я	ч	0,00007
а	0,00495	г	н	0,00024	ж	о	0,00012	й	ч	0,00008	м	ю	0,00000	п	я	0,00021	т	ф	0,00002	ц	к	0,00001	ь	г	0,00006	я	ш	0,00002
а	0,00567	г	о	0,00662	ж	р	0,00000	й	ш	0,00002	м	я	0,00041	р		0,00108	т	х	0,00000	ц	л	0,00000	ь	д	0,00004	я	щ	0,00019
а	0,00013	г	р	0,00068	ж	с	0,00001	к		0,00417	н		0,00316	р	а	0,00731	т	ц	0,00003	ц	о	0,00026	ь	е	0,00042	я	я	0,00009
а	0,00017	г	с	0,00000	ж	у	0,00023	к	а	0,00650	н	а	0,01128	р	б	0,00002	т	ч	0,00009	ц	п	0,00000	ь	ж	0,00000	я	я	0,00007
а	0,00082	г	т	0,00001	ж	ч	0,00013	к	б	0,00001	н	б	0,00000	р	в	0,00029	т	ш	0,00000	ц	т	0,00000	ь	з	0,00013			
а	0,00014	г	у	0,00076	ж	ь	0,00002	к	в	0,00019	н	в	0,00013	р	г	0,00016	т	щ	0,0000									

Частота біграм без перетину (з пробілом)

а	0,00150	б	щ	0,00027	д	я	0,00022	и	й	0,00079	л	ч	0,00020	о	у	0,00009	с	х	0,00015	ф	ю	0,00000	ы	й	0,00113	я	ж	0,00014	
б	0,00560	б	ы	0,00299	е		0,01801	и	к	0,00193	л	ш	0,00000	о	ф	0,00012	с	ц	0,00001	х		0,00247	ы	к	0,00022	я	з	0,00021	
в	0,01376	б	ь	0,00010	е	а	0,00009	и	л	0,00716	л	ы	0,00067	о	х	0,00057	с	ч	0,00035	х	а	0,00047	ы	л	0,00172	я	й	0,00004	
г	0,00272	б	э	0,00000	е	б	0,00095	и	м	0,00238	л	ь	0,00354	о	ч	0,00013	с	ш	0,00008	х	в	0,00015	ы	м	0,00105	я	к	0,00006	
д	0,00662	б	ю	0,00001	е	в	0,00121	и	н	0,00336	л	э	0,00001	о	ц	0,00198	с	ы	0,00033	х	г	0,00001	ы	н	0,00020	я	л	0,00105	
е	0,00354	б	я	0,00045	е	г	0,00323	и	о	0,00029	л	ю	0,00089	о	ш	0,00078	с	ь	0,00388	х	е	0,00005	ы	п	0,00013	я	м	0,00033	
ж	0,00140	в		0,00560	е	д	0,00281	и	п	0,00028	л	я	0,00160	о	щ	0,00021	с	э	0,00003	х	и	0,00012	ы	р	0,00025	я	н	0,00057	
з	0,00498	в	а	0,00537	е	е	0,00109	и	р	0,00097	м		0,00697	о	э	0,00003	с	ю	0,00008	х	к	0,00000	ы	с	0,00048	я	п	0,00002	
и	0,00804	в	б	0,00000	е	ж	0,00069	и	с	0,00296	м	а	0,00337	о	я	0,00018	с	я	0,000341	х	л	0,00012	ы	т	0,00080	я	р	0,00007	
й	0,00000	в	в	0,00002	е	з	0,00122	и	т	0,00441	м	б	0,00001	о	я	0,00065	т		0,00486	х	м	0,00003	ы	у	0,00001	я	с	0,00043	
к	0,00891	в	г	0,00001	е	и	0,00010	и	у	0,00001	м	в	0,00000	п		0,00003	т	а	0,00562	х	н	0,00027	ы	х	0,00079	я	т	0,00106	
л	0,00281	в	д	0,00027	е	й	0,00189	и	ф	0,00007	м	г	0,00010	п	а	0,00240	т	б	0,00007	х	о	0,00229	ы	ц	0,00000	я	х	0,00015	
м	0,00936	в	е	0,00423	е	к	0,00099	и	х	0,00123	м	е	0,00403	п	е	0,00170	т	в	0,00193	х	р	0,00009	ы	ч	0,00012	я	ц	0,00010	
н	0,01738	в	ж	0,00001	е	л	0,00525	и	ц	0,00076	м	и	0,00302	п	и	0,00101	т	г	0,00001	х	с	0,00002	ы	ш	0,00049	я	ч	0,00006	
о	0,00983	в	з	0,00041	е	м	0,00377	и	ч	0,00100	м	к	0,00021	п	к	0,00015	т	д	0,00008	х	т	0,00000	ы	щ	0,00001	я	ш	0,00002	
п	0,01810	в	и	0,00285	е	н	0,00628	и	ш	0,00057	м	л	0,00009	п	л	0,00102	т	е	0,00487	х	у	0,00010	ы	я	0,00001	я	щ	0,00019	
р	0,00431	в	к	0,00036	е	о	0,00016	и	щ	0,00009	м	м	0,00006	п	н	0,00015	т	з	0,00000	х	ш	0,00000	ь		0,01197	я	ю	0,00011	
с	0,01430	в	л	0,00055	е	п	0,00072	и	э	0,00001	м	н	0,00227	п	о	0,00993	т	и	0,00371	х	ь	0,00000	ь	б	0,00005	я	я	0,00007	
т	0,00701	в	м	0,00010	е	р	0,00556	и	ю	0,00021	м	о	0,00483	п	п	0,00003	т	к	0,00086	ц		0,00030	ь	в	0,00000				
у	0,00542	в	н	0,00092	е	с	0,00426	и	я	0,00104	м	п	0,00026	п	р	0,00616	т	л	0,00025	ц	а	0,00054	ь	г	0,00006				
ф	0,00070	в	о	0,00498	е	т	0,00501	й		0,00616	м	р	0,00005	п	с	0,00003	т	м	0,00007	ц	в	0,00006	ь	д	0,00002				
х	0,00157	в	п	0,00023	е	у	0,00010	й	б	0,00000	м	с	0,00011	п	т	0,00006	т	н	0,00107	ц	е	0,00082	ь	е	0,00045				
ц	0,00026	в	р	0,00068	е	ф	0,00007	й	д	0,00014	м	т	0,00000	п	у	0,00061	т	о	0,01226	ц	и	0,00046	ь	з	0,00014				
ч	0,00627	в	с	0,00205	е	х	0,00045	й	е	0,00001	м	у	0,00177	п	ч	0,00004	т	п	0,00014	ц	к	0,00001	ь	и	0,00003				
ш	0,00088	в	т	0,00029	е	ц	0,00031	й	з	0,00000	м	ф	0,00001	п	ш	0,00000	т	р	0,00393	ц	л	0,00000	ь	к	0,00097				
щ	0,00007	в	у	0,00053	е	ч	0,00099	й	к	0,00008	м	ц	0,00001	п	ы	0,00054	т	с	0,00118	ц	о	0,00027	ь	м	0,00024				
э	0,00207	в	х	0,00002	е	ш	0,00099	й	л	0,00002	м	ч	0,00002	п	ь	0,00008	т	т	0,00006	ц	п	0,00000	ь	н	0,00124				
ю	0,00006	в	ц	0,00001	е	щ	0,00053	й	м	0,00008	м	ш	0,00000	п	ю	0,00001	т	у	0,00115	ц	т	0,00000	ь	о	0,00001				
я	0,00641	в	ч	0,00006	е	я	0,00014	й	н	0,00061	м	ы	0,00137	р	я	0,00019	т	ф	0,00002	ц	у	0,00018	ь	с	0,00109				
а	0,02221	в	ш	0,00030	е	я	0,00019	й	о	0,00003	м	ь	0,00014	р		0,00103	т	ц	0,00003	ц	ы	0,00016	ь	т	0,00012				
а	б	0,00099	в	щ	0,00001	ж		0,00014	й	р	0,00001	м	э	0,00005	р	а	0,00730	т	ч	0,00008	ц	ю	0,00000	ь	ф	0,00001			
а	в	0,00294	в	ы	0,00270	ж	а	0,00114	й	с	0,00031	м	я	0,00044	р	б	0,00002	т	ш	0,00001	ч		0,00004	ь	ц	0,00015			
а	г	0,00064	в	ь	0,00012	ж	б	0,00001	й	т	0,00026	н		0,00315	р	в	0,00028	т	щ	0,00001	ч	а	0,00224	ь	ч	0,00003			
а	д	0,00188	в	я	0,00019	ж	г	0,00000	й	ф	0,00001	н	а	0,01114	р	г	0,00016	т	ы	0,00172	ч	е	0,00329	ь	ш	0,00060			
а	е	0,00132	г		0,00047	ж	д	0,00080	й	ц	0,00005	н	б	0,00000	р	д	0,00024	т	ь	0,00682	ч	и	0,00152	ь	щ	0,00001			
а	ж	0,00106	г	а	0,00094	ж	е	0,00285	й	ч	0,00007	н	в	0,00012	р	е	0,00610	т	ю	0,00006	ч	к	0,00038	ь	ю	0,00034			
а	з	0,00318	г	б	0,00000	ж	и	0,00157	й	ш	0,00003	н	г	0,00015	р	ж	0,00029	т	я	0,00049	ч	л	0,00004	ь	я	0,00030			
а	и	0,00012	г	в	0,00000	ж	к	0,00018	к		0,00405	н	д	0,00031	р	з	0,00005	у		0,00645	ч	м	0,00000	э		0,00004			
а	й	0,00061	г	г	0,00000	ж	л	0,00002	к	а	0,00656	н	е	0,01049	р	и	0,00479	у	а	0,00007	ч	н	0,00091	э	в	0,00001			
а	к	0,00380	г	д	0,00135	ж	м	0,00001	к	б	0,00000	н	ж	0,00001	р	к	0,00061	у	б	0,00058	ч	о	0,00009	э	г	0,00001			
а	л	0,00871	г	е	0,00020	ж	н	0,00117	к	в	0,00020	н	з	0,00001	р	л	0,00014	у	в	0,00063	ч	п	0,00000	э	й	0,00000			
а	м	0,00320	г	и	0,00064	ж	о	0,00010	к	г	0,00000	н	и	0,00637	р	м	0,00027	у	г	0,00077	ч	т	0,00409	э	к	0,00013			
а	н	0,00345	г	к	0,00019	ж	с	0,00002	к	е	0,00069	н	к	0,00035	р	н	0,00123	у	д	0,00186	ч	у	0,00070	э	л	0,00008			
а	о	0,00001	г	л	0,00163	ж	у	0,00028	к	ж	0,00001	н	м	0,00000	р	о	0,00636	у	е	0,00023	ч	ч	0,00000	э	м	0,00002			
а	п	0,00115	г	м	0,00001	ж	ц	0,00012	к	з	0,00004	н	н	0,00213	р	п	0,00008	у	ж	0,00122	ч	ш	0,00016	э	н	0,00008			
а	р	0,00217	г	н	0,00023	ж	ь	0,00002	к	и	0,00234	н	о	0,01006	р	р	0,00002	у	з	0,00032	ч	ь	0,00019	э	п	0,00001			
а	с	0,00498	г	о	0,00661	з		0,00137	к	к	0,00002	н	р	0,00019	р	с	0,00025	у	и	0,00199	ш		0,00005	э	р	0,00005			
а	т	0,00551	г	р	0,00070	з	а	0,00581	к	л	0,00093	н	с	0,00049	р	т	0,00073	у	й	0,00014	ш	а	0,00073	э	с	0,00003			
а	у	0,00010	г	с	0,00000	з	б	0,00009	к	м	0,00002	н	т	0,00068	р	у	0,00221	у	к	0,00071	ш	в	0,00004	э	т	0,00166			
а	ф	0,00017	г	т	0,00000	з	в	0,00067	к	н	0,00041	н	у	0,00301	р	ф	0,00003	у	л	0,00197	ш	е	0,00170	э	ф	0,00000			
а	х	0,00079	г	у	0,00083	з	г	0,00051	к	о	0,00747	н	ф	0,00002	р	х	0,00008	у	м	0,00109	ш	и	0,00113	э	х	0,00000			
а	ц	0,00016	г	ч	0,00009	з	д	0,00067	к	р	0,00201	н	х	0,00001	р	ч	0,00002	у	н	0,00027	ш	к	0,00065	ю		0,00224			
а	ч	0,00082	г	э	0,00000	з	е	0,00023	к	с	0,00021	н	ц	0,00038	р	ч	0,00011	у	о	0,00001	ш	л	0,0005						



[illegible]

Произвольная часть текста:

жет_не_подчиняться_тем_законам_которые_он_разделяет_с_другими_телами_и_орга

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: м

Символ по счету: 1

Номер эксперимента: 50

Поле ввода символов:

м

Продолжить

Другой

Неравенство для энтропии:

2,18916201612062 < H < 2,97173259480082

Двоичная таблица угаданных символов:

00000000000000001000000000000000

00000100000000000000000000000000

10000000000000000000000000000000

000000000000000000000000000100000

00000000001000000000000000000000

Вероятности:

q[1] = 0,5

q[2] = 0,08

q[3] = 0,06

q[4] = 0

q[5] = 0,02

q[6] = 0,02

q[7] = 0

q[8] = 0,06

q[9] = 0,02

q[10] = 0

q[11] = 0,02

q[12] = 0

q[13] = 0,02

q[14] = 0,02

q[15] = 0

q[16] = 0,02

q[17] = 0,02

q[18] = 0

q[19] = 0

q[20] = 0,02

q[21] = 0,02

q[22] = 0

q[23] = 0,02

q[24] = 0,02

q[25] = 0,02

q[26] = 0

q[27] = 0,02

q[28] = 0

q[29] = 0

q[30] = 0

q[31] = 0

q[32] = 0,02

Строка состояния:

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

Код программы

```
var fs = require('fs');

module.exports = function filter(book) {
  var bookText = fs.readFileSync(book, 'utf-8');
  bookText = bookText.replace(/ё|Ё/g, 'e');
  bookText = bookText.replace(/ъ|Ь/g, 'b');
  bookText = bookText.replace(/([\^А-Яа-я ]+)/g, " ");
  bookText = bookText.replace(/\\s\\s+/g, " ");
  bookText = bookText.toLowerCase();
  return bookText;
}

var fs = require('fs');

module.exports = {
  letterFrequency: function(book) {
    var i, obj = {}, letter;
    for (i = 0; i < book.length; i++) {
      if (obj[book[i]]) {
        obj[book[i]] += 1;
      } else {
        obj[book[i]] = 1;
      }
    }
    for (letter in obj) {
      obj[letter] = obj[letter] / book.length;
    }
    return Object
      .keys(obj)
      .sort((a, b) => obj[b] - obj[a])
      .reduce((sorted, i) => ({
        ...sorted,
        [i]: obj[i]
      }), {});
  },

  bigramFrequencyWithoutCross: function(book) {
    var i, obj = {}, bigram;
    for (i = 0; i < book.length - 1; i += 2) {
      if (obj[book.slice(i, i + 2)]) {
        obj[book.slice(i, i + 2)] += 1;
      } else {
        obj[book.slice(i, i + 2)] = 1;
      }
    }
    for (bigram in obj) {
      obj[bigram] = obj[bigram] / Math.floor(book.length / 2);
    }
    return Object
      .keys(obj)
      .sort((a, b) => obj[b] - obj[a])
      .reduce((sorted, i) => ({
        ...sorted,
        [i]: obj[i]
      }), {});
  },

  bigramFrequencyWithCross: function(book) {
    var i, obj = {}, bigram;
    for (i = 0; i < book.length - 1; i++) {
      if (obj[book.slice(i, i + 2)]) {
        obj[book.slice(i, i + 2)] += 1;
      } else {
        obj[book.slice(i, i + 2)] = 1;
      }
    }
    for (bigram in obj) {
      obj[bigram] = obj[bigram] / (book.length - 1);
    }
  }
}
```

```

        return Object
            .keys(obj)
            .sort((a, b) => obj[b] - obj[a])
            .reduce((sorted, i) => ({
                ...sorted,
                [i]: obj[i]
            }), {});
    },

    monogramEntropy: function(obj) {
        var letter, entropy = 0;
        for (letter in obj) {
            entropy -= obj[letter] * Math.log2(obj[letter]);
        }
        return entropy;
    },

    bigramEntropy: function(obj) {
        var bigram, entropy = 0;
        for (bigram in obj) {
            entropy -= obj[bigram] * Math.log2(obj[bigram]);
        }
        return entropy / 2;
    },

    printObject: function(obj, path) {
        fs.appendFileSync(path, '\n');
        var i;
        for (i in obj) {
            fs.appendFileSync(path, `${i}: ${obj[i]}\n`);
        }
        fs.appendFileSync(path, '\n\n');
    }
}

var fs = require('fs');
var filter = require('./filter');
var {
    letterFrequency,
    bigramFrequencyWithoutCross,
    bigramFrequencyWithCross,
    monogramEntropy,
    bigramEntropy,
    printObject
} = require('./functions');

//with spaces
fs.appendFileSync('result_with_spaces.txt', 'Текст з пробілами\n\n');
var book = filter('book.txt');
var monograms = letterFrequency(book);
var bigramsWithCross = bigramFrequencyWithCross(book);
var bigramsWithoutCross = bigramFrequencyWithoutCross(book);
fs.appendFileSync('result_with_spaces.txt', `Ентропія
Ентропія монограм: ${monogramEntropy(monograms)}
Ентропія біграм з перетином: ${bigramEntropy(bigramsWithCross)}
Ентропія біграм без перетину: ${bigramEntropy(bigramsWithoutCross)}\n
`);
fs.appendFileSync('result_with_spaces.txt', 'Частота літер');
printObject(monograms, 'result_with_spaces.txt');
fs.appendFileSync('result_with_spaces.txt', 'Частота біграм з перетином');
printObject(bigramsWithCross, 'result_with_spaces.txt');
fs.appendFileSync('result_with_spaces.txt', 'Частота біграм без перетину');
printObject(bigramsWithoutCross, 'result_with_spaces.txt');

//without spaces
fs.appendFileSync('result_without_spaces.txt', 'Текст з пробілами\n\n');
var book = filter('book.txt').replace(/\\s/g, '');
var monograms = letterFrequency(book);
var bigramsWithCross = bigramFrequencyWithCross(book);
var bigramsWithoutCross = bigramFrequencyWithoutCross(book);
fs.appendFileSync('result_without_spaces.txt', `Ентропія
Ентропія монограм: ${monogramEntropy(monograms)}
Ентропія біграм з перетином: ${bigramEntropy(bigramsWithCross)}
Ентропія біграм без перетину: ${bigramEntropy(bigramsWithoutCross)}\n
`);
fs.appendFileSync('result_without_spaces.txt', 'Частота літер');
printObject(monograms, 'result_without_spaces.txt');
fs.appendFileSync('result_without_spaces.txt', 'Частота біграм з перетином');
printObject(bigramsWithCross, 'result_without_spaces.txt');
fs.appendFileSync('result_without_spaces.txt', 'Частота біграм без перетину');

```

```
printObject(bigramsWithoutCross, 'result_without_spaces.txt');
```

Висновок:

Під час даного комп'ютерного практикуму, ми навчились визначати ентропію на символ джерела та його надлишковості. Порівняли різні моделі джерел відкритого тексту для наближення визначення ентропії та набули практичних навичок оцінки ентропії на символ джерела.