



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

Христиченко Дмитро та Нестеров Назар

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	4.368146	3.989691	3.988705
Текст без пробілів	4.444524	4.132775	4.132775

Оцінка надлишковості:

	Надлишковість монограм	Надлишковість біграм з перетином	Надлишковість біграм без перетину
Текст з пробілом	0.134059	0.209084	0.209279
Текст без пробілів	0.111095	0.180719	0.180719

Частота літер	Без пробілів	Частота літер	З пробілами
[а]:	0.027131	[]:	0.095325
[б]:	0.069312	[а]:	0.055161
[в]:	0.004895	[б]:	0.058237
[г]:	0.019214	[в]:	0.004113
[д]:	0.035917	[г]:	0.016144
[е]:	0.065651	[д]:	0.030178
[ж]:	0.029897	[е]:	0.070126
[з]:	0.018219	[ж]:	0.025119
[и]:	0.083462	[з]:	0.015308
[й]:	0.007577	[и]:	0.007374
[к]:	0.016199	[й]:	0.006366
[л]:	0.081885	[к]:	0.013611
[м]:	0.050987	[л]:	0.068821
[н]:	0.008776	[м]:	0.042843
[о]:	0.113453	[н]:	0.014246
[п]:	0.048042	[о]:	0.022773
[р]:	0.052341	[п]:	0.040365
[с]:	0.046335	[р]:	0.043977
[т]:	0.016956	[с]:	0.038931
[у]:	0.016259	[т]:	0.159787
[ф]:	0.003582	[у]:	0.013661
[х]:	0.017175	[ф]:	0.003009
[ц]:	0.003602	[х]:	0.014431
[ч]:	0.008259	[ц]:	0.003026
[ш]:	0.017836	[ч]:	0.006939
[щ]:	0.000328	[ш]:	0.014986
[ы]:	0.028499	[щ]:	0.000275
[ь]:	0.029262	[ы]:	0.023945
[ъ]:	0.001736	[ь]:	0.001458
[э]:	0.003462	[ъ]:	0.024584
[ю]:	0.012065	[э]:	0.002909
[я]:	0.061704	[ю]:	0.010137
		[я]:	0.051845

Частота біграм з перетином (3 пробілом)

аа	0.00005	тг	0	єє	0	нн	0.000773	лл	0.000326	оо	0.000305	сс	0.001137	фф	0.000004	чч	0	ъъ	0	ээ	0
аб	0.000485	гд	0.00092	жж	0	ий	0.0013	лм	0.000004	оп	0.001237	ст	0.009314	фх	0	чш	0.000025	ыы	0	юю	0
ав	0.002504	ге	0.000318	зз	0	ик	0.002922	лн	0.000443	ор	0.006137	су	0.001087	фц	0	чщ	0	ьь	0	яя	0
аг	0.000778	гё	0	ёи	0	ил	0.006726	ло	0.006066	ос	0.006074	сф	0.000008	фш	0	чь	0	ээ	0	э	0.000013
ад	0.001902	гж	0	ей	0	им	0.002257	лп	0.002777	от	0.005777	ех	0.000117	фш	0	чы	0	ью	0	юа	0
ае	0.00143	гз	0.000004	ек	0	ин	0.003386	лр	0	оу	0.000033	сч	0.000025	фш	0	чы	0.000255	ья	0.000163	юб	0.000125
аё	0	гн	0.000552	ел	0	ио	0.0014	лс	0.002178	оф	0.000456	сш	0.000213	фь	0	чы	0	юв	0	юв	0.000017
аж	0.001166	гй	0	ём	0	ип	0.000439	лт	0.000084	ох	0.00041	сш	0.000142	фы	0.000021	чно	0	юг	0	юг	0.000013
аз	0.00395	гк	0.000109	ён	0	ир	0.000832	лу	0.001012	оц	0.000155	сш	0	фы	0	чы	0	юб	0.000263	юд	0.000142
ан	0.000548	гл	0.001789	ёо	0	ис	0.002956	лф	0.000004	оч	0.001743	сь	0.000025	фз	0	ч	0.000556	юв	0.000769	юс	0
ай	0.000594	гм	0.000025	еп	0	ит	0.00431	лх	0.000017	ош	0.000581	сы	0.000297	фю	0	ша	0.000941	юг	0.000092	юе	0
ак	0.004548	гн	0.000305	ер	0	иу	0.000046	лц	0	оц	0.000155	сь	0.003135	фя	0	шб	0	юд	0.000105	юж	0
ал	0.007901	го	0.00747	ес	0	иф	0.00013	лч	0.000105	оь	0	сэ	0.000004	ф	0.000025	шв	0.000075	юс	0.000844	юз	0.000004
ам	0.002985	гп	0	ёт	0	их	0.001609	лш	0.000004	оы	0	сю	0.000071	ха	0.000535	шг	0	юё	0	юн	0
ан	0.00546	гр	0.001171	ев	0	иц	0.00079	лщ	0	оь	0	ся	0.00395	хб	0	шд	0	юж	0.000113	юй	0
ао	0.00005	гс	0.000004	эф	0	ич	0.00189	лъ	0	оэ	0.000606	с	0.002851	хв	0.000125	ше	0.001852	юз	0.000067	юк	0.000054
ап	0.000727	гт	0	эк	0	иш	0.000527	лы	0.000832	ою	0.000447	та	0.005414	хг	0.000004	ше	0	юн	0.000004	юл	0.000025
ар	0.003666	гу	0.000456	ец	0	ищ	0.000205	ль	0.003629	оя	0.000405	тб	0.000025	хд	0	шз	0	юй	0.002441	юм	0.000088
ас	0.003813	гф	0	еч	0	иь	0	лэ	0	о	0.021868	тв	0.00237	хе	0.000096	шж	0	юк	0.000201	юн	0.000033
ат	0.005088	гх	0	еш	0	иы	0	лю	0.000393	па	0.001501	тг	0	хё	0	шн	0.001793	юд	0.001622	юо	0
ау	0.000079	гц	0	ещ	0	иь	0	ля	0.00138	пб	0	тд	0.000105	хж	0	ши	0	юм	0.000987	юп	0.000004
аф	0.000071	гч	0.000059	ёь	0	из	0.000008	л	0.000818	пв	0	те	0.00561	хз	0	шк	0.000033	юн	0.000155	юр	0.000042
ах	0.000961	гш	0	ёы	0	ию	0.000192	ма	0.000326	пг	0	тё	0	хи	0.000343	ши	0.000263	юо	0	юс	0.000092
ач	0.00013	гщ	0	ёь	0	ия	0.000924	мб	0.000038	пд	0	тж	0	хй	0	шм	0.000004	юп	0.000088	ют	0.000192
ац	0.000941	гъ	0	ёэ	0	и	0.014673	мв	0.000125	пе	0.001986	тз	0	хк	0	шн	0.000431	юр	0.000196	юу	0
аш	0.000861	гы	0	ёю	0	иа	0	мг	0.000059	пё	0	ти	0.002985	хл	0.0001	шо	0.000222	юс	0.000702	юф	0.000004
аш	0.000334	гь	0	ёи	0	иб	0.000029	мд	0.000008	пж	0	тй	0	хм	0.000059	шп	0.000046	ют	0.000585	юх	0.000171
аь	0	гэ	0	ё	0	ив	0.000013	ме	0.003466	пз	0	тк	0.000711	хн	0.000405	шр	0	юу	0.000008	юц	0.000021
ая	0	гю	0	жа	0.001212	иг	0	мё	0	пи	0.001513	тл	0.000171	хо	0.001605	шс	0	юф	0	юч	0.000063
аь	0	гя	0	жб	0.000013	йд	0.000134	мж	0	пй	0	тм	0.000029	хп	0.000017	шт	0.000117	юх	0.000736	юш	0.000029
аз	0	г	0.000422	жв	0	ие	0.000004	мз	0	пк	0.000071	тн	0.00125	хр	0.000234	шу	0.00041	юц	0.000004	ющ	0.000041
аю	0.000581	да	0.004151	жг	0.000017	йе	0	ми	0.002567	пл	0.000886	то	0.014305	хс	0.000025	шф	0	юч	0.000121	юь	0
ая	0.001948	дб	0.000063	жз	0.000694	йж	0	мй	0	пм	0	тп	0.000109	хт	0.000013	шх	0	юш	0.000439	юы	0
а	0.016575	дв	0.000711	же	0.00296	йз	0.000004	мк	0.000138	пн	0.000255	тр	0.002818	ху	0.000163	шц	0	ющ	0.000004	юз	0
ба	0.000694	дг	0.000013	жё	0	ий	0.000004	мл	0.000226	по	0.009	тс	0.000924	хф	0	шч	0	юь	0	юз	0
бб	0	дд	0.000033	жж	0.000013	ий	0	мм	0.000059	пп	0.000046	тт	0.000084	хх	0.000004	шш	0	юы	0	юю	0.000079
бв	0.000038	де	0.003704	жз	0	йк	0.000255	мн	0.001375	пр	0.007061	ту	0.001944	хц	0	шщ	0	юь	0	юя	0
бг	0.000013	дё	0	жи	0.001049	йл	0.000017	мо	0.002542	пс	0.000042	тф	0.000025	хч	0	шь	0	юз	0	ю	0.002512
бд	0	дж	0.00005	жй	0	йм	0.00005	мп	0.000113	пт	0.000109	тх	0.000008	хш	0.000033	шы	0	юю	0	яа	0.000004
бс	0.00316	дз	0.000013	жк	0.000113	йн	0.000422	мр	0.000079	пу	0.000711	тц	0	хш	0	ш	0.000426	юя	0.000013	яб	0.000017
бё	0	ди	0.001718	жл	0.000088	йо	0.000004	мс	0.0000217	пф	0	тч	0.000255	хь	0.000021	шз	0	юг	0.003687	яв	0.00038
бж	0.000008	дй	0	жм	0.000021	ип	0.000017	мт	0.000079	пх	0	тч	0.000013	хы	0	шо	0	юа	0	яг	0.000071
бз	0	дж	0.000276	жн	0.000619	ір	0.000017	му	0.002044	пц	0	тш	0.000004	хь	0	шня	0	юб	0.000029	яд	0.000569
бн	0.000535	дл	0.000376	жо	0.000038	ис	0.00046	мф	0.000004	пч	0.000021	тй	0.000004	хэ	0.000004	ш	0.000029	юв	0.000046	яе	0.000125
бй	0	дм	0.000059	жп	0	йт	0.000439	мх	0	пш	0.000017	ты	0.001354	хю	0	ша	0.000468	юг	0.000029	яё	0
бк	0.000134	дн	0.00194	жр	0	йу	0	ми	0.000013	пц	0	ты	0.004812	хя	0	шб	0	юд	0.000067	яж	0.000125
бл	0.000451	до	0.003399	жс	0.000013	иф	0	мч	0.000038	пь	0	тэ	0	х	0.002579	шв	0	юс	0.000259	яз	0.000284
бм	0.000033	дп	0.000105	жт	0	йх	0	мш	0.000008	пы	0.00033	тю	0.000088	ца	0.000556	шг	0	юё	0	яи	0.000025
бн	0.000376	др	0.00107	жу	0.000238	йц	0.000075	ми	0	пь	0.000038	тя	0.000339	цб	0	шд	0	юж	0	ий	0.000038
бо	0.002149	дс	0.000364	жф	0	йч	0.000196	мь	0	тэ	0	т	0.006091	цв	0.000042	ше	0.001363	юз	0.000138	як	0.000159
бп	0.000004	дт	0.000263	жх	0	йш	0.000159	мы	0.000665	лю	0.000017	уа	0.000117	цг	0	ше	0	юн	0.000075	ял	0.000569
бр	0.001267	ду	0.001635	жц	0	йщ	0	мь	0.0000121	ня	0.000301	уб	0.000506	цд	0	шж	0	ий	0	ям	0.000263
бс	0.000121	дф	0	жч	0.000021	йь	0	мэ	0.000004	п	0.000042	у	0.000757	це	0.00061	шз	0	юк	0.00092	ян	0.000481
бт	0	дх	0.000004	жш	0	йы	0	мо	0	ра	0.00801	уд	0.000928	цё	0	ши	0.000874	юл	0.000004	юо	0
бу	0.001045	дц	0.000188	жщ	0	йь	0	мя	0.000343	рб	0.000088	у	0.001927	цж	0	ши	0	юм	0.000159	яп	0.000063
бф	0	дч	0.000063	жь	0	йэ	0.000004	м	0.007019	рв	0.000623	уе	0.000242	цз	0	шк	0	юн	0.001254	яр	0.000071
бх	0.000042	дш	0.00013	жы	0	йю	0	на	0.000967	рг	0.000686	уё	0	ци	0.000422	шл	0	юо	0.000033	яс	0.000782
бц	0.000004	дщ	0	жь	0	йя	0.000017	нб	0	рд	0.000309	уж	0.00107	цй	0	шм	0	юп	0.000025	ят	0.001225
бч	0	дъ	0.000042	жэ	0	й	0.007817	нв	0.000071	ре	0.005271	уз	0.00038	цк	0.000013	шн	0.000017	юр	0.000008	яу	0
бш	0.000013	ды	0.000401	жю	0	ка	0.007044	нг	0.000063	рё	0	ун	0.000038	цл	0.000067	шо	0	юс	0.000874	яф	0
бщ	0.000209	дъ	0.000514	жя	0	кб	0.000004	нд	0.00051	рж	0.000251	уй	0.000209	цм	0	ши	0	ют	0.00033	яц	0.000092
бь	0.000167	дэ	0	ж	0.000268	кв	0.000451	не	0.009331	рз	0.000075	ук	0.000895	цн	0	шр	0	юу	0	яч	0.000033
бы	0.002713	ды	0.000004	за	0.005384	кг	0	нё	0	ри	0.005982	ул	0.002119	цо	0.000251	шс	0	юф	0.000017	яш	0.000146
бь	0.000013	дв	0.000376	зб	0.000092	кд	0	нкж	0.000013	рий	0	ум	0.001221	ци	0.000017	шт	0	юх	0	яш	0.00005
бэ	0	д	0.001108	зв																	

Частота біграм без перетину (Без пробілу)

аа	0,000577	га	0,002025	єа	0	иа	0,000622	ла	0,00802	оа	0,000308	са	0,002513	фа	0,000284	ча	0,002617	за	0	за	0,000005
аб	0,001478	гб	0,000005	єб	0	иб	0,001398	лб	0,000945	об	0,005234	сб	0,000189	фб	0	чб	0,00004	зб	0	зб	0
ав	0,004931	гв	0,00006	єв	0	ив	0,005145	лв	0,000816	ов	0,011269	св	0,002234	фв	0,000005	чв	0,00005	зв	0	зв	0
аг	0,001478	гг	0,000015	єг	0	иг	0,001363	лг	0,000468	ог	0,005742	сг	0,00009	фг	0	чг	0,00002	зг	0	зг	0,00001
ад	0,002836	гд	0,00111	єд	0	ид	0,002403	лд	0,000318	од	0,005975	сд	0,000348	фд	0,000005	чд	0,000005	зд	0	зд	0
ае	0,002065	ге	0,000378	єе	0	ие	0,002269	ле	0,005428	ое	0,002632	се	0,003712	фе	0,000478	че	0,004567	зе	0,000134	зе	0
ає	0	гє	0	єє	0	іє	0	лє	0	оє	0	сє	0	фє	0	чє	0	зє	0	зє	0
аж	0,001617	гж	0,000005	єж	0	іж	0,000413	лж	0,000229	ож	0,002229	сж	0,000149	фж	0,000005	чж	0	зж	0	зж	0
аз	0,005359	гз	0,000075	єз	0	із	0,003438	лз	0,000159	оз	0,003542	сз	0,00007	фз	0	чз	0,00004	зз	0	зз	0,000005
аи	0,002035	ги	0,000711	єи	0	ии	0,001886	ли	0,008986	ои	0,002816	си	0,002234	фи	0,000299	чи	0,001582	зи	0	зи	0
ай	0,000707	гй	0	єй	0	ий	0,001547	лй	0	ой	0,004408	сй	0	фй	0	чй	0	зй	0	зй	0,000005
ак	0,006558	гк	0,000134	єк	0	ик	0,004393	лк	0,000791	ок	0,003911	ск	0,004876	фк	0,000005	чк	0,000652	зк	0	зк	0,000005
ал	0,009667	гл	0,002154	єл	0	ил	0,008259	лл	0,000418	ол	0,007184	сл	0,002906	фл	0,000129	чл	0,00007	зл	0	зл	0,00002
ам	0,004334	гм	0,00004	єм	0	им	0,003189	лм	0,000254	ом	0,008354	см	0,000935	фм	0	чм	0	зм	0	зм	0,000104
ан	0,008677	гн	0,000378	єн	0	ин	0,005811	лн	0,001513	он	0,008876	сн	0,001269	фн	0,00003	чн	0,000975	зн	0	зн	0,000005
ао	0,00105	го	0,008921	єо	0	іо	0,002746	ло	0,007732	оо	0,002388	со	0,00406	фо	0,000249	чо	0,000114	зо	0	зо	0
ап	0,00301	гп	0,000065	єп	0	іп	0,002637	лп	0,0011	оп	0,003911	сп	0,002463	фп	0	чп	0,00008	зп	0	зп	0
ар	0,004826	гр	0,001403	єр	0	ір	0,001478	лр	0,000373	ор	0,007921	ср	0,000224	фр	0,000119	чр	0,000134	зр	0	зр	0,00002
ас	0,006433	гс	0,000045	єс	0	іс	0,005199	лс	0,003363	ос	0,009583	сс	0,001637	фс	0,000005	чс	0,000065	зс	0	зс	0,000005
ат	0,007065	гт	0,000015	єт	0	іт	0,005891	лт	0,000383	от	0,008145	ст	0,011304	фт	0,00001	чт	0,004249	зт	0	зт	0,003388
ау	0,000597	гу	0,000592	єу	0	іу	0,000537	лу	0,001368	оу	0,000811	су	0,001408	фу	0,000085	чу	0,000602	зу	0	зу	0
аф	0,000214	гф	0	єф	0	іф	0,000234	лф	0,000025	оф	0,000622	сф	0,00003	фф	0,000005	чф	0	зф	0	зф	0,000005
ах	0,001219	гх	0,000005	єх	0	іх	0,00202	лх	0,000045	ох	0,000612	сх	0,000154	фх	0	чх	0	зх	0	зх	0,000005
ац	0,000169	гц	0,000005	єц	0	іц	0,000955	лц	0	оц	0,000204	сц	0,000045	фц	0	чц	0	зц	0	зц	0
ач	0,001547	гч	0,000075	єч	0	іч	0,002771	лч	0,000597	оч	0,003125	сч	0,000323	фч	0	чч	0	зч	0	зч	0
аш	0,001129	гш	0	єш	0	іш	0,000751	лш	0,000005	ош	0,000801	сш	0,000184	фш	0	чш	0,000035	зш	0	зш	0
ащ	0,000428	гщ	0	єщ	0	іщ	0,000254	лщ	0,000005	ощ	0,000194	сш	0	фщ	0	чщ	0	зщ	0	зщ	0
аь	0	гь	0	єь	0	іь	0	ль	0	оь	0	сь	0,00003	фь	0	чь	0	зь	0	зь	0
аы	0	гы	0	єы	0	іы	0	лы	0,00099	оы	0	сы	0,000353	фы	0,000025	чы	0	зы	0	зы	0
аь	0	гь	0	єь	0	іь	0	ль	0	оь	0	сь	0,003732	фь	0	чь	0,000303	зь	0	зь	0
аз	0,000269	гз	0	єз	0	із	0,000229	лз	0,000008	оз	0,001249	сз	0,000005	фз	0	чз	0	зз	0	зз	0
аю	0,000711	гю	0	єю	0	ію	0,000229	лю	0,000468	ою	0,000542	сю	0,000085	фю	0	чю	0	зю	0	зю	0
ая	0,002478	гя	0,000005	єя	0	ія	0,001244	ля	0,001746	оя	0,000866	ся	0,0004737	фя	0	чя	0	зя	0,000194	зя	0
ба	0,000831	да	0,00497	жа	0,001443	іа	0,000174	ла	0,00402	па	0,001786	та	0,006627	ха	0,000721	па	0,001124	іа	0,000104	юа	0,000075
бб	0	дб	0,000095	жб	0,00004	іб	0,000433	мб	0,000368	пб	0	тб	0,000348	хб	0,000179	пб	0	юб	0,000473	юб	0,000219
бв	0,000055	дв	0,000095	жв	0,00002	ів	0,000093	мв	0,00103	пв	0,000005	тв	0,003463	хв	0,000378	пв	0,00009	юв	0,001383	юв	0,000328
бг	0,000015	дг	0,000065	жг	0,00002	іг	0,000512	мг	0,000363	пг	0	тг	0,000189	хг	0,00006	пг	0	юг	0,000169	юг	0,000104
бд	0	дд	0,000065	жд	0,000836	ід	0,000473	мд	0,000328	пд	0	тд	0,000318	хд	0,000095	пд	0	юд	0,000274	юд	0,000209
бе	0,003761	де	0,004428	же	0,003557	іе	0,00006	ме	0,004259	пе	0,002363	те	0,006911	хе	0,000159	пе	0,002204	іе	0,001129	юе	0,000065
бє	0	дє	0	жє	0	іє	0	мє	0	пє	0	тє	0	хє	0	пє	0	ює	0	ює	0
бж	0,00001	дж	0,00007	жж	0,000015	іж	0,000149	мж	0,00007	пж	0	тж	0,000179	хж	0,00004	пж	0	юж	0,000159	юж	0,000075
бз	0,000005	дз	0,000065	жз	0,000015	із	0,000303	мз	0,000269	пз	0,000005	тз	0,000209	хз	0,000075	пз	0	юз	0,000284	юз	0,00008
бн	0,000687	дн	0,002115	жн	0,001264	ін	0,000746	мн	0,003637	пн	0,001806	тн	0,004204	хн	0,000597	пн	0,002139	ін	0,000343	юн	0,000204
бі	0	ді	0	жі	0	ії	0	мі	0	пі	0	ті	0	хі	0	пії	0	ійі	0,002906	юі	0
бк	0,000159	дк	0,000428	жк	0,000179	ік	0,00097	мк	0,000662	пк	0,000085	тк	0,001239	хк	0,000269	пк	0,000393	юк	0,000383	юк	0,000209
бл	0,000537	дл	0,000532	жл	0,000104	іл	0,000154	мл	0,000403	пл	0,001055	тл	0,000373	хл	0,000244	пл	0,000333	юл	0,001965	юл	0,000085
бм	0,00004	дм	0,000124	жм	0,00003	ім	0,000488	мм	0,000269	пм	0	тм	0,000244	хм	0,000164	пм	0,000005	юм	0,001279	юм	0,000249
бн	0,000458	дн	0,002523	жн	0,000796	ін	0,001134	мн	0,000243	пн	0,000308	тн	0,00207	хн	0,000682	пн	0,000512	ін	0,000721	юн	0,000313
бо	0,002587	до	0,004075	жо	0,00005	іо	0,000358	мо	0,003587	по	0,010712	то	0,017474	хо	0,002129	по	0,000264	юо	0,000234	юо	0,000169
бп	0,000045	дп	0,000259	жп	0,000005	іп	0,001103	мп	0,000996	пп	0,000075	тп	0,000098	хп	0,000358	пп	0,000055	іп	0,000627	юп	0,000403
бр	0,001508	др	0,001314	жр	0	ір	0,000433	мр	0,000269	пр	0,008403	тр	0,003488	хр	0,000423	пр	0,000005	юр	0,000294	юр	0,000179
бс	0,000159	дс	0,000542	жс	0,00005	іс	0,001508	мс	0,0011	пс	0,000055	тс	0,001632	хс	0,000308	пс	0	юс	0,001224	юс	0,000368
бт	0,000005	дт	0,000403	жт	0,00003	іт	0,000811	мт	0,000313	пт	0,000129	тт	0,000403	хт	0,000149	пт	0,000139	ют	0,000891	ют	0,000313
бу	0,001249	ду	0,001965	жу	0,000289	іу	0,000184	му	0,002607	пу	0,000846	ту	0,002587	ху	0,000259	пу	0,000488	юу	0,000234	юу	0,00003
бф	0	дф	0	жф	0	іф	0,000002	мф	0,000005	пф	0	тф	0,000005	хф	0,00001	пф	0	юф	0,000001	юф	0,000035
бх	0,00005	дх	0,000005	жх	0	іх	0,000119	мх	0,00006	пх	0	тх	0,00007	хх	0,00001	пх	0	юх	0,000935	юх	0,000209
бц	0,000005	дц	0,000224	жц	0	іц	0,000109	мц	0,00002	пц	0	тц	0,000005	хц	0,000005	пц	0	юц	0,000005	юц	0,000025
бч	0	дч	0,000085	жч	0,000025	іч	0,0000483	мч	0,000617	пч	0,00003	тч	0,000567	хч	0,000114	пч	0	юч	0,000249	юч	0,000191
бш	0,000015	дш	0,000159	жш	0	іш	0,000249	мш	0,00008	пш	0,00002	тш	0,000025	хш	0,000085	пш	0	юш	0,000542	юш	0,000095
бщ	0,000249	дщ	0,000005	жщ	0	іш	0,000005	мщ	0	пщ	0	тщ	0,000005	хщ	0,000005	пщ	0	ющ	0,000001	ющ	0,000493
бь	0,000199	ды	0,00005	жь	0	ійь	0	мь	0	пь	0	ть	0,000005	хь	0,000025	пь	0	юь	0	юь	0
бы	0,003229	ды	0,000478	жь	0	ійь	0	мь	0,000791	пь	0,000393	ть	0,001612	хь	0	пь	0	юь	0	юь	0
бь	0,000015	ды	0,000612	жь	0	ійь	0	мь	0,000144	пь	0,000045	ть	0,005727	хь	0	пь	0,000507	юь	0	юь	

Частота біграм з перетином (Без пробілу)

aa	0,000577	га	0,002025	џа	0	на	0,000622	ла	0,00802	оа	0,000308	са	0,002513	фа	0,000284	ча	0,002617	за	0	жа	0,000005
аб	0,001478	гб	0,000005	џб	0	нб	0,001398	лб	0,000945	об	0,005234	сб	0,000189	фб	0	чб	0,000004	зб	0	жб	0
ав	0,004931	гв	0,000006	џв	0	нв	0,005145	лв	0,000816	ов	0,011269	св	0,002234	фв	0,000005	чв	0,000005	зв	0	жв	0
аг	0,001478	гг	0,000015	џг	0	нг	0,001363	лг	0,000468	ог	0,005742	сг	0,000009	фг	0	чг	0,000002	зг	0	жг	0,000001
ад	0,002836	гд	0,00111	џд	0	нд	0,002403	лд	0,000318	од	0,005975	сд	0,000348	фд	0,000005	чд	0,000005	зд	0	жд	0
ae	0,002065	ге	0,000378	џе	0	не	0,002269	ле	0,005428	ое	0,002632	се	0,003712	фе	0,000478	че	0,004567	зе	0,000134	же	0
ає	0	гє	0	џє	0	нє	0	лє	0	оє	0	сє	0	фє	0	чє	0	зє	0	жє	0
аж	0,001617	гж	0,000005	џж	0	нж	0,000413	лж	0,000229	ож	0,002229	сж	0,000149	фж	0,000005	чж	0	зж	0	жж	0
аз	0,005359	гз	0,000075	џз	0	нз	0,003438	лз	0,000159	оз	0,003542	сз	0,000007	фз	0	чз	0,000004	зз	0	жз	0,000005
ан	0,002035	гн	0,000711	џн	0	нн	0,001886	лн	0,000896	он	0,002816	сн	0,002234	фн	0,000299	чн	0,001582	зн	0	жн	0
ай	0,000707	гй	0	џй	0	нй	0,001547	луй	0	ой	0,004408	сй	0	фй	0	чй	0	зий	0	жй	0,000005
ак	0,006558	гк	0,000134	џк	0	нк	0,004393	лк	0,000791	ок	0,003911	ск	0,004876	фк	0,000005	чк	0,000652	зк	0	жк	0,000005
ал	0,009667	гл	0,002154	џл	0	нл	0,008259	лл	0,000418	ол	0,007184	сл	0,002906	фл	0,000129	чл	0,000007	зл	0	жл	0,000002
ам	0,004334	гм	0,000004	џм	0	нм	0,003189	лм	0,000254	ом	0,008354	см	0,000935	фм	0	чм	0	зм	0	жм	0,000104
ан	0,008677	гн	0,000378	џн	0	нн	0,005811	лн	0,001513	он	0,008876	сн	0,001269	фн	0,000003	чн	0,000975	зн	0	жн	0,000005
ao	0,00105	го	0,008921	џо	0	но	0,002746	ло	0,007732	оо	0,002388	со	0,004057	фо	0,000249	чо	0,000114	зо	0	жо	0
ап	0,00301	гп	0,000065	џп	0	нп	0,002637	лп	0,0011	оп	0,003911	сп	0,002463	фп	0	чп	0,000008	зп	0	жп	0
ар	0,004826	гр	0,001403	џр	0	нр	0,001478	лр	0,000373	ор	0,007921	ср	0,000224	фр	0,000119	чр	0,000134	зр	0	жр	0,000002
ас	0,006433	гс	0,000045	џс	0	нс	0,005199	лс	0,003363	ос	0,009583	сс	0,001637	фс	0,000005	чс	0,000006	зс	0	жс	0,000005
ат	0,007065	гт	0,000015	џт	0	нт	0,005891	лт	0,000383	от	0,008145	ст	0,011304	фт	0,000001	чт	0,000429	зт	0	жт	0,0003388
ау	0,000597	гу	0,000592	џу	0	ну	0,000537	лу	0,001368	оу	0,000811	су	0,001408	фу	0,000085	чу	0,000602	зу	0	жу	0
аф	0,002114	гф	0	џф	0	нф	0,000234	лф	0,000025	оф	0,000622	сф	0,000003	фф	0,000005	чф	0	зф	0	жф	0,000005
ах	0,001219	гх	0,000005	џх	0	нх	0,00202	лх	0,000045	ох	0,000612	сх	0,000154	фх	0	чх	0	зх	0	жх	0,000005
ац	0,000169	гц	0,000005	џц	0	нц	0,000955	лц	0	оц	0,000204	сц	0,000045	фц	0	чц	0	зц	0	жц	0
ач	0,001547	гч	0,000075	џч	0	нч	0,002771	лч	0,000597	оч	0,003125	сч	0,000323	фч	0	чч	0	зч	0	жч	0
аш	0,001129	гш	0	џш	0	нш	0,000751	лш	0,00005	ош	0,000801	сш	0,000184	фш	0	чш	0,000035	зш	0	жш	0
ащ	0,000428	гщ	0	џщ	0	нщ	0,000254	лщ	0,000005	ощ	0,000194	сщ	0	фщ	0	чщ	0	зщ	0	жщ	0
аь	0	гь	0	џь	0	нь	0	ль	0	оь	0	сь	0,00003	фь	0	чь	0	зь	0	жь	0
аы	0	гы	0	џы	0	ны	0	лы	0,00099	оы	0	сы	0,000353	фы	0,000025	чы	0	зы	0	жы	0
аь	0	гь	0	џь	0	нь	0	ль	0,004319	оь	0	сь	0,003732	фь	0	чь	0,000303	зь	0	жь	0
аз	0,000269	гз	0	џз	0	нз	0,000229	лз	0,000008	оз	0,001249	сз	0,000005	фз	0	чз	0	зз	0	жз	0
аю	0,000711	гю	0	џю	0	ню	0,000229	лю	0,000468	ою	0,000542	сю	0,000085	фю	0	чю	0	зю	0	жю	0
ая	0,002478	гя	0,000005	џя	0	ня	0,001244	ля	0,001746	оя	0,000866	ся	0,004737	фя	0	чя	0	зя	0,000194	жя	0
ба	0,000831	да	0,000497	жа	0,001443	йа	0,000174	ма	0,00402	па	0,001786	та	0,006627	ха	0,000721	ша	0,001124	йа	0,000104	юа	0,000075
бб	0	дб	0,000095	жб	0,000004	йб	0,000433	мб	0,000368	пб	0	тб	0,000348	хб	0,000179	шб	0	йб	0,000473	юб	0,000219
бв	0,000055	дв	0,000095	жв	0,000002	йв	0,000093	мв	0,00103	пв	0,000005	тв	0,0003463	хв	0,000378	шв	0,000009	йв	0,001383	юв	0,000328
бг	0,000015	дг	0,000065	жг	0,000002	йг	0,000512	мг	0,000363	пг	0	тг	0,000189	хг	0,000006	шг	0	йг	0,000169	юг	0,000104
бд	0	дл	0,000065	жд	0,000836	йл	0,000473	мл	0,000328	пл	0	тл	0,000318	хл	0,000095	шл	0	йл	0,000274	юл	0,000209
бе	0,003761	де	0,004428	же	0,003557	йе	0,000006	ме	0,004259	пе	0,002363	те	0,006911	хе	0,000159	ше	0,002204	йе	0,000129	юе	0,000065
бє	0	дє	0	жє	0	йє	0	мє	0	пє	0	тє	0	хє	0	шє	0	йє	0	ює	0
бж	0,00001	дж	0,000007	жж	0,000015	йж	0,000149	мж	0,000007	пж	0	тж	0,000179	хж	0,000004	шж	0	йж	0,000159	юж	0,000075
бз	0,000005	дз	0,000065	жз	0,000015	йз	0,000303	мз	0,000269	пз	0,000005	тз	0,000209	хз	0,000075	шз	0	йз	0,000284	юз	0,000008
бн	0,000687	дн	0,002115	жн	0,001264	йн	0,000746	мн	0,003637	пн	0,001806	тн	0,004204	хн	0,000597	шн	0,002139	йн	0,000343	юн	0,000204
бй	0	дй	0	жй	0	йй	0	мй	0	пй	0	тй	0	хй	0	шй	0	йй	0,002906	юй	0
бк	0,000159	дк	0,000428	жк	0,000179	йк	0,000097	мк	0,000662	пк	0,000085	тк	0,001239	хк	0,000269	шк	0,000393	йк	0,000383	юк	0,000209
бл	0,000537	дл	0,000532	жл	0,000104	йл	0,000154	мл	0,000403	пл	0,001055	тл	0,000373	хл	0,000244	шл	0,000333	йл	0,001965	юл	0,000085
бм	0,00004	дм	0,000124	жм	0,000003	йм	0,000488	мл	0,000269	пм	0	тм	0,000244	хм	0,000164	шм	0,000005	йм	0,0001279	юм	0,000249
бн	0,000458	дн	0,002523	жн	0,000796	йн	0,001134	мн	0,002343	пн	0,000308	тн	0,00207	хн	0,000682	шн	0,000512	йн	0,000721	юн	0,000313
бо	0,002587	до	0,004075	жо	0,00005	йо	0,000358	мо	0,003587	по	0,010712	то	0,017474	хо	0,002129	шо	0,000264	йо	0,000234	юо	0,000169
бп	0,000045	дп	0,000259	жп	0,000005	йп	0,00103	мп	0,000096	пп	0,000075	тп	0,000098	хп	0,000358	шп	0,000055	йп	0,000627	юп	0,000403
бр	0,001508	др	0,001314	жр	0	йр	0,000433	мр	0,000269	пр	0,008403	тр	0,003488	хр	0,000423	шр	0,000005	йр	0,000294	юр	0,000179
бс	0,000159	дс	0,000542	жс	0,000005	йс	0,001508	мс	0,0011	пс	0,000055	тс	0,001632	хс	0,000308	шс	0	йс	0,001224	юс	0,000368
бт	0,000005	дт	0,000403	жт	0,000003	йт	0,000811	мт	0,000313	пт	0,000129	тт	0,000403	хт	0,000149	шт	0,000139	йт	0,000891	ют	0,000313
бу	0,001249	ду	0,001965	жу	0,000289	йу	0,000184	му	0,002607	пу	0,000846	ту	0,002587	ху	0,000259	шу	0,000488	йу	0,000234	юу	0,00003
бф	0	дф	0	жф	0	йф	0,000002	мф	0,000005	пф	0	тф	0,000005	хф	0,000001	шф	0	йф	0,000001	юф	0,000035
бх	0,00005	дх	0,000005	жх	0	йх	0,000119	мх	0,000006	пх	0	тх	0,000007	хх	0,000001	шх	0	йх	0,000935	юх	0,000209
бц	0,000005	дц	0,000224	жц	0	йц	0,000109	мц	0,000002	пц	0	тц	0,000005	хц	0,000005	шц	0	йц	0,000005	юц	0,000025
бч	0	дч	0,000085	жч	0,000025	йч	0,000483	мч	0,000617	пч	0,000003	тч	0,000567	хч	0,000114	шч	0	йч	0,000249	юч	0,000199
бш	0,000015	дш	0,000159	жш	0	йш	0,000249	мш	0,000008	пш	0,000002	тш	0,000025	хш	0,000085	шш	0	йш	0,000542	юш	0,000095
бщ	0,000249	дщ	0,000005	жщ	0	йщ	0,000005	мщ	0	пщ	0	тщ	0,000005	хщ	0,000005	шщ	0	йщ	0,000001	ющ	0,000493
бь	0,000199	дь	0,000005	жь	0	йь	0	мь	0	пь	0	ть	0,000005	хь	0,000025	шь	0	йь	0	юь	0
бы	0,003229	ды	0,000478	жы	0	йы	0	мы	0,000791	пы	0,000393	ты	0,001612	хы	0	шы	0	йы	0	юы	0
бь																					

Частота біграм без перетину (3 пробілом)

aa	0,000033	гг	0	єє	0	ии	0,000769	лл	0,000343	оо	0,000343	сс	0,001087	фф	0	чч	0	ьь	0	ээ	0
аб	0,000535	гд	0,000995	ēj	0	ий	0,001371	лм	0	оп	0,001304	ст	0,009908	ѣѣ	0	чш	0,000025	ьы	0	эю	0
ав	0,002492	ге	0,000334	ез	0	ик	0,002876	лп	0,00051	ор	0,006379	су	0,000853	ѣц	0	чщ	0	ьь	0	эя	0
аг	0,000736	гє	0	єи	0	ил	0,006839	ло	0,005802	ос	0,006304	ед	0,000017	ѣч	0	чь	0	ьз	0	э	0
ад	0,001848	гж	0	ей	0	им	0,002308	лп	0,0001	от	0,006053	ех	0,0001	ѣш	0	чы	0	ью	0	юа	0
ae	0,001706	гз	0	єк	0	ин	0,003303	лр	0	оу	0,000605	си	0,000017	ѣщ	0	чь	0,000176	ья	0,000226	юб	0,0001
ає	0	ги	0,000602	єл	0	ио	0,001321	лс	0,001982	од	0,000527	сч	0,000176	ѣь	0	чз	0	ь	0	юв	0,000017
аж	0,001095	гй	0	єм	0	ип	0,000468	лт	0,000134	ох	0,00046	сиш	0,000075	ѣы	0,000017	чо	0	ма	0	юг	0,000017
аз	0,004055	гк	0,000142	єн	0	ир	0,000861	лу	0,001045	он	0,00015	сиц	0	ѣь	0	чы	0	ьб	0,000293	юд	0,000125
ан	0,000569	гл	0,001814	єо	0	ис	0,003119	лф	0	оч	0,001706	сѣ	0,000042	ѣю	0	ч	0,000543	ьв	0,000819	юе	0
ай	0,000635	гм	0,000008	єп	0	ит	0,004431	лх	0,000033	ош	0,000677	сы	0,000251	ѣю	0	ша	0,000895	ьт	0,00005	ює	0
ак	0,004649	гн	0,000334	єр	0	иу	0,000059	лц	0	ощ	0,00015	сѣ	0,003152	ѣя	0	шб	0	ьд	0,000092	юж	0
ал	0,007901	го	0,007458	єс	0	иф	0,000075	лч	0,000075	ь	0	сз	0,000008	ѣ	0,000017	шв	0,000092	ьс	0,001028	юз	0
ам	0,003127	гп	0	єт	0	их	0,001647	лш	0,000008	оя	0	сю	0,000059	ха	0,000644	шг	0	ьє	0	юн	0
ан	0,005669	гр	0,001154	єу	0	иц	0,000761	лщ	0	оь	0	ся	0,004122	хб	0	шд	0	ьж	0,000075	юй	0
ao	0,000033	гс	0	єф	0	ич	0,00194	лы	0	оз	0,000527	с	0,002851	хв	0,000109	ше	0,00194	ьз	0,000084	юк	0,000033
ап	0,000677	гт	0	єх	0	иш	0,000577	лѣ	0,000936	ою	0,000418	та	0,00561	хг	0	шє	0	ьи	0,000008	юл	0,000017
ар	0,003654	гу	0,000418	єц	0	ищ	0,000209	лы	0,003537	оя	0,000385	тб	0,000042	хд	0	шж	0	ьй	0,002801	юм	0,000075
ас	0,004055	гф	0	єч	0	иь	0	лз	0	о	0,02183	тв	0,002416	хе	0,000042	шз	0	ьк	0,000159	юн	0,000008
ат	0,005409	гх	0	єш	0	иы	0	лю	0,000468	па	0,001589	тг	0	хє	0	шо	0,001747	ьл	0,001572	юо	0
ау	0,000059	гц	0	єщ	0	иь	0	ля	0,001371	пб	0	тд	0,000142	хж	0	ши	0	ьм	0,000861	юп	0
аф	0,0001	гч	0,000059	єь	0	из	0	л	0,00816	пв	0	те	0,00566	хз	0	шк	0,000309	ьн	0,00015	юр	0,000042
ax	0,000995	гш	0	єы	0	ию	0,000217	ма	0,00342	пг	0	тє	0	хи	0,000376	шл	0,000318	ьо	0	юс	0,000084
аш	0,0001	гщ	0	єь	0	ия	0,000819	мб	0,000042	пд	0	тж	0	хй	0	шм	0	ьп	0,000092	ют	0,000015
ач	0,001087	гь	0	єз	0	и	0,014481	мв	0,000125	пе	0,002032	тз	0	хк	0	шн	0,000426	ьр	0,000192	юу	0
аш	0,000936	гь	0	єю	0	ія	0	мг	0,000042	пє	0	тн	0,00306	хл	0,000109	шо	0,000276	ьс	0,000794	юф	0,000008
аш	0,000284	гь	0	єя	0	іб	0,000025	мд	0	пж	0	тй	0	хм	0,000042	шп	0,000067	ьт	0,000569	юх	0,000134
ь	0	гз	0	є	0	ів	0,000017	ме	0,003277	пз	0	тк	0,000594	хн	0,000351	шр	0	ьу	0,000008	юц	0
ьы	0	гю	0	жа	0,001237	іг	0	мє	0	пин	0,001597	тл	0,00015	хо	0,001296	шс	0	ьф	0	юч	0,000067
ь	0	гя	0	кб	0,000017	ід	0,000142	мж	0	пй	0	тм	0,000042	хп	0,000033	шт	0,000159	ьх	0,000736	юш	0,000025
э	0	г	0,000468	жв	0	іє	0,000008	мз	0	пк	0,000059	тн	0,001538	хр	0,000217	шу	0,000385	ьц	0,000008	ющ	0,000385
эю	0,000627	да	0,004097	жг	0,000025	іє	0	ми	0,002634	пл	0,00092	то	0,014222	хс	0,000017	шф	0	ьч	0,000125	юь	0
ая	0,002174	дб	0,000042	жд	0,000061	йж	0	мй	0	пм	0	тп	0,000109	хт	0,000008	шх	0	ьш	0,000385	ю	0
a	0,016471	дв	0,000669	же	0,002968	із	0	мк	0,000109	пн	0,000309	тр	0,002826	ху	0,000192	шц	0	ьщ	0	юь	0
ба	0,000669	дг	0	жє	0	ін	0,000008	мл	0,000268	по	0,008779	тс	0,001045	хф	0	шч	0	ьь	0	юз	0
бб	0	дд	0,000059	жж	0,000008	ій	0	мм	0,000025	пш	0,00005	тт	0,000067	хх	0,000008	шш	0	ьы	0	юю	0,000033
бв	0,000025	де	0,003854	жз	0	ік	0,000217	мн	0,00163	пр	0,007257	ту	0,001647	хц	0	шш	0	ьь	0	юя	0
бг	0,000008	дє	0	жи	0,000953	іл	0,000025	мо	0,002475	пс	0,000025	тф	0,000008	хч	0	шц	0	ьз	0	ю	0,002726
бд	0	дж	0,000075	жі	0	ім	0,000033	мп	0,0001	пт	0,000084	тх	0,000008	хш	0,000025	шы	0	ью	0	яа	0,000008
бє	0,002859	дз	0,000017	жк	0,00015	ін	0,00046	мр	0,000059	пу	0,000677	тц	0	хщ	0	шь	0,000451	ья	0,000017	яб	0,000017
бє	0	ди	0,001655	жл	0,000125	ію	0	мс	0,000242	пф	0	тч	0,000217	хь	0	шз	0	ь	0,003988	яв	0,000376
бж	0	дй	0	км	0,000033	іп	0	мт	0,000084	пх	0	тш	0,000017	хы	0	шю	0	ьа	0	яг	0,000075
бз	0	дк	0,000234	жн	0,00061	ір	0,000033	му	0,00204	пц	0	тщ	0	хь	0	шы	0	ьб	0,000033	яд	0,000652
би	0,000485	дл	0,000443	жо	0,000025	іс	0,000376	мф	0,000008	пч	0,000017	ты	0,000008	хэ	0,000008	ш	0	ьв	0,000033	яе	0,000109
бий	0	дм	0,000059	жп	0	йт	0,000435	мф	0	пш	0,000025	ты	0,001354	ха	0,000368	ьг	0,000025	ьд	0	яю	0
бк	0,0001	дн	0,002073	жр	0	іу	0	мц	0,000017	пш	0	ты	0,004649	хя	0	шб	0	ьд	0,000033	яж	0,000109
бл	0,000326	до	0,003386	жс	0,000017	ідф	0	мч	0,00005	ть	0	тз	0	х	0,002517	шв	0	ье	0,000343	яз	0,000326
бм	0,000059	дп	0,00015	жт	0	іх	0	мш	0,000017	пы	0,00036	тво	0,000092	ца	0,000569	шг	0	ьє	0	яи	0,000008
бн	0,000234	др	0,001079	жу	0,000167	іц	0,000075	мш	0	пы	0,000033	тв	0,000268	цб	0	шд	0	ьж	0	яй	0,000008
бо	0,002165	дс	0,000343	жд	0	іч	0,000192	мь	0	тз	0	т	0,005761	цв	0,000042	це	0,001463	ьз	0,000125	як	0,000142
бп	0,000008	дт	0,000334	жк	0	іш	0,000134	мы	0,000569	по	0,000025	уа	0,000125	цг	0	цє	0	ьи	0,000042	ял	0,000619
бр	0,001321	ду	0,001781	жп	0	іш	0	мь	0,000159	пя	0,000242	уб	0,000661	цд	0	цк	0	ьй	0	ям	0,000301
бс	0,000159	дф	0	жч	0,000025	іь	0	мз	0,000008	п	0,000017	ув	0,000627	це	0,000661	цз	0	ьк	0,00107	ян	0,000502
бт	0	дх	0,000008	жш	0	ія	0	мо	0	ра	0,007324	уг	0,000844	цє	0	ци	0,000803	ьл	0,000008	яо	0
бу	0,001079	дц	0,000176	жщ	0	іь	0	мя	0,000259	рб	0,000092	уд	0,001881	цж	0	ий	0	ьм	0,000226	яп	0,000067
бф	0	дч	0,000033	жц	0	із	0	м	0,007307	рв	0,000727	ує	0,000192	цз	0	цк	0	ьн	0,001154	яр	0,000059
бх	0,000042	дш	0,000134	жы	0	ію	0	нв	0,00928	рв	0,000769	ує	0	ци	0,000535	цл	0	ьо	0,000033	яс	0,000661
бц	0	дщ	0	жь	0	ія	0,000033	нб	0	рд	0,000309	уж	0,001095	ий	0	цм	0	ьп	0,000025	ят	0,001179
бч	0	дъ	0,000025	жэ	0	і	0,007516	нв	0,000067	ре	0,005234	уз	0,000284	цк	0,000017	цн	0,000008	ьр	0,000008	яу	0
бш	0,000017	ды	0,000326	жо	0	ка	0,006622	нг	0,000092	рє	0	ун	0,000033	цл	0,000067	шо	0	ьс	0,000953	яф	0
бщ	0,000209	дь	0,000426	жа	0	кб	0	нд	0,000385	рж	0,000268	уй	0,000201	цм	0	шп	0	ьт	0,000393	я	0,000092
ь	0,000117	дз	0	ж	0,000251	кв	0,000493	не	0,009314	рз	0,000117	ук	0,001012	цн	0	шр	0	ьу	0	яц	0,000033
бы	0,002684	ды	0	за	0,005393	кг	0	нє	0	рин	0,00501	ул	0,00209	цо	0,000268	цс	0	ьф	0,000017	яч	0,0001
ь	0,000008	дя	0,000343	зб	0,000075	кд	0	нк	0,000008	рий	0	ум	0,001237	ци	0,000033	цт	0	ьх	0	яш	0,000075
бз	0	д	0,001003	зв	0,001497	ке	0,000585	лз	0,000017	рк	0,000485	ун	0,000318	пр	0,000084	шу	0,000159	ьы	0,000109		

Скріншоти

Оцінка надлишковості:

$H(10) 0.34581315291 < R < 0.45310412413$

$H(20) 0.54631414328 < R < 0.67731952876$

$H(30) 0.58346740523 < R < 0.72932145868$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
иг_под_названием_человек_отменяется_но_в_данный_момент_я_хотел_бы_лишь_попр

Использованные буквы:
., м, с, к, й, ф, я, ч, ы, ц, у, в, а, е, п, и, т, р, н, г, о, ь, л, ш, б, д.

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: з

Символ по счету: 28

Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:
 $2.75875834011714 < H < 3.3281512757654$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000001000000000000000000000000	▲
00000000000000000000000000000000	
01000000000000000000000000000000	
00010000000000000000000000000000	
00100000000000000000000000000000	▼

Вероятности:

$q[1] = 0.3921568$
$q[2] = 0.0980392$
$q[3] = 0.0588235$
$q[4] = 0.0588235$
$q[5] = 0$
$q[6] = 0$
$q[7] = 0$
$q[8] = 0.0196078$
$q[9] = 0.0196078$
$q[10] = 0.039215$
$q[11] = 0.019607$
$q[12] = 0$
$q[13] = 0$
$q[14] = 0$
$q[15] = 0.019607$
$q[16] = 0$
$q[17] = 0$
$q[18] = 0$
$q[19] = 0.019607$
$q[20] = 0.039215$
$q[21] = 0.039215$
$q[22] = 0$
$q[23] = 0.019607$
$q[24] = 0.039215$
$q[25] = 0$
$q[26] = 0.039215$
$q[27] = 0$
$q[28] = 0.019607$
$q[29] = 0$
$q[30] = 0$
$q[31] = 0.019607$
$q[32] = 0.039215$

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

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
не_может_нарушить_по_своей_воле_точно_так_же_как_их_не_могут_нарушить_живот

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: о

Символ по счету: 1

Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:
 $1.62772747153497 < H < 2.30810993761863$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000100000000000000000000000000	▲
00000000000000000000000000000000	
00000000000000000000000000000000	
10000000000000000000000000000000	
00000000000000000000000000000000	▼

Вероятности:

$q[1] = 0.6078431$
$q[2] = 0.0784313$
$q[3] = 0$
$q[4] = 0.0196078$
$q[5] = 0.0392156$
$q[6] = 0.0392156$
$q[7] = 0$
$q[8] = 0.0196078$
$q[9] = 0$
$q[10] = 0.039215$
$q[11] = 0.019607$
$q[12] = 0$
$q[13] = 0.039215$
$q[14] = 0$
$q[15] = 0$
$q[16] = 0.039215$
$q[17] = 0$
$q[18] = 0.019607$
$q[19] = 0.019607$
$q[20] = 0$
$q[21] = 0$
$q[22] = 0$
$q[23] = 0$
$q[24] = 0.019607$
$q[25] = 0$
$q[26] = 0$
$q[27] = 0$
$q[28] = 0$
$q[29] = 0$
$q[30] = 0$
$q[31] = 0$
$q[32] = 0$

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

Произвольная часть текста:
 более_чем_в_цвете_их_волос_я_знаю_что_по_мнению_некоторых_людей_закон_поря

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: _ (пробел)
 Символ по счету: 1
 Номер эксперимента: 51

Неравенство для энтропии:
 $1,36540924206393 < H < 2,11909409803047$

Двоичная таблица угаданных символов:
 01000000000000000000000000000000
 10000000000000000000000000000000
 10000000000000000000000000000000
 10000000000000000000000000000000
 10000000000000000000000000000000
 ~~~~~

Вероятности:  
 $q[1] = 0,6470588$   
 $q[2] = 0,0784313$   
 $q[3] = 0,0588235$   
 $q[4] = 0,0196078$   
 $q[5] = 0,0392156$   
 $q[6] = 0$   
 $q[7] = 0$   
 $q[8] = 0,0196078$   
 $q[9] = 0$   
 $q[10] = 0$   
 $q[11] = 0,019607$   
 $q[12] = 0$   
 $q[13] = 0$   
 $q[14] = 0,019607$   
 $q[15] = 0$   
 $q[16] = 0,019607$   
 $q[17] = 0,019607$   
 $q[18] = 0$   
 $q[19] = 0$   
 $q[20] = 0,019607$   
 $q[21] = 0,019607$   
 $q[22] = 0$   
 $q[23] = 0$   
 $q[24] = 0$   
 $q[25] = 0$   
 $q[26] = 0,019607$   
 $q[27] = 0$   
 $q[28] = 0$   
 $q[29] = 0$   
 $q[30] = 0$   
 $q[31] = 0$   
 $q[32] = 0$

Поле ввода символов:  
 Продолжить Другой

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

## Код программы:

```
import codecs
import math
from collections import Counter

my_text = open("my_text.txt", "r+", encoding='utf-8')
text_one = my_text.read()
my_text.close()

# change in the text with the spaces

def change_text(text):
    change = ""
    for letter in text:
        if letter in "АБВГДЕЁЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ":
            change = change + letter.lower()
        elif letter in "-!.,;:->«?»(<>":
            change = change + ""
        elif letter in "0123456789":
            change = change + ""
        # elif letter in " ":
        #     change = change + ""
        elif letter in "\n":
            change = change + ""
        elif letter in "ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ":
            change = change + ""
        elif letter in "abcdefghijklmnopqrstuvwxyz":
            change = change + ""
```

```
    else:
        change = change + letter

    return change
```

```
print(change_text(text_one))
```

```
# change in the text without the spaces
```

```
def change_text_two(text):
    change = ""
    for letter in text:
        if letter in "АБВГДЕЁЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ":
            change = change + letter.lower()
        elif letter in "-!.,;:~»«?»(<>":
            change = change + ""
        elif letter in "0123456789":
            change = change + ""
        elif letter in " ":
            change = change + ""
        elif letter in "\n":
            change = change + ""
        elif letter in "ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ":
            change = change + ""
        elif letter in "abcdefghijklmnopqrstuvwxyz":
            change = change + ""
        else:
            change = change + letter

    return change
```

```
# here we have a counter which counts the overall number of symbols in the changed text with the spaces
```

```
def letter_count(text_first, count):
    for symbol in text_first:
        if symbol in "абвгдеёжзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя ":
            count += 1
        else:
            count = count
    return count
```

```
print("Number of characters in the changed text: " + str(letter_count(text_one, 0)))
```

```
# here we have a counter which counts the overall number of symbols in the changed text without the spaces
```

```
def letter_count_two(text_first, count):
    for symbol in text_first:
        if symbol in "абвгдеёжзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя":
            count += 1
```

```
    else:
        count = count
    return count
```

# entropy for monogram with the space

```
def mono_one(text):
    array = "абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя "
    dictionary = {}
    entropy = 0
    for i in array:
        count = 0
        for k in text:
            if i == k:
                count += 1
        dictionary = (i, count / len(text) * math.log(count / len(text), 2))
        entropy += dictionary[1]
    print("Here is the entropy with spaces for monogram: " + str(entropy))
    return "-----"
```

```
print(mono_one(text_one))
```

```
def mono_two(text):
    array = "абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя"
    dictionary = {}
    entropy = 0
    for i in array:
        count = 0
        for k in text:
            if i == k:
                count += 1
        dictionary = (i, count / len(text) * math.log(count / len(text), 2))
        entropy += dictionary[1]
    print("Here is the entropy without spaces for monogram: " + str(entropy))
    return "-----"
```

```
print(mono_two(text_one))
```

```
def bi_one(text):
    array = "абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя"
    dictionary = {}
    entropy = 0
    for i in range(0, len(text), 2):
        new_text = text[i:i+2]
        count = 0
        for j in new_text:
            for k in new_text:
                if (j + k) in text:
                    count += 1
        dictionary = (new_text, count / len(text) * math.log(count / len(text), 2))
        entropy += dictionary[1]
    entropy /= 2
    print("Here is the entropy without spaces for bi gramm without spaces and without crossing: " +
    str(entropy))
    return "-----"
```

```
print(bi_one(change_text_two(text_one)))
```

```
def bi_two(text):
    array = "абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя"
    dictionary = {}
    entropy = 0
    for i in range(0, len(text), 2):
        new_text = text[i:i+2]
        count = 0
        for j in new_text:
            for k in new_text:
                if (j + k) in text:
                    count += 1
            dictionary = (new_text, count / len(text) * math.log(count / len(text), 2))
        entropy -= dictionary[1]
    entropy /= 2
    print("Here is the entropy for bi gramm with spaces and without crossing: " + str(entropy))
    return "-----"
```

```
print(bi_two(change_text(text_one)))
```

```
def bi_three(text):
    array = "абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя"
    dictionary = {}
    entropy = 0
    for i in range(0, len(text), 1):
        new_text = text[i:i+2]
        count = 0
        for j in new_text:
            for k in new_text:
                if (j + k) in text:
                    count += 1
            dictionary = (new_text, count / len(text) * math.log(count / len(text), 2))
        entropy -= dictionary[1]
    entropy /= 2
    print("Here is the entropy for bi gramm without spaces and with crossing: " + str(entropy))
    return "-----"
```

```
print(bi_three(change_text(text_one)))
```

```
def bi_four(text):
    array = "абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя "
    dictionary = {}
    entropy = 0
    for i in range(0, len(text), 1):
        new_text = text[i:i+2]
        count = 0
        for j in new_text:
            for k in new_text:
                if (j + k) in text:
                    count += 1
            dictionary = (new_text, count / len(text) * math.log(count / len(text), 2))
        entropy -= dictionary[1]
    entropy /= 2
    print("Here is the entropy for bi gramm without spaces and with crossing: " + str(entropy))
    return "-----"
```

```
print(bi_four(change_text_two(text_one)))
```

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.