



**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Фізико-Технічний Інститут**

**Криптографія
Комп'ютерний практикум №1
Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого
тексту**

Виконали:

студенти III курсу ФТІ
групи ФБ-81
Столярчук Владислав,
Шаруєв Олександр.

Перевірив:

Чорний О.М.

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.

Постановка задачі:

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 видалено всі пробіли.
2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення $(10) H$, $(20) H$, $(30) H$.
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

Хід роботи:

- 1) Уважно прочитали методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму.
- 2) Скопіювали в файл prest.txt текст російською мовою довжини 1.1 Мб. Текст взято з роману "Злочин і кара" Ф.М. Достоевського.
- 3) Записали текст з файлу prest.txt в один рядок (string).
- 4) Текст треба було підготувати до роботи, тому була зроблена така фільтрація:
 - видалено символи, що не є текстовими;
 - прописні букви перетворено у малі літери;
 - декілька пробілів поспіль перетворені в один пробіл.
- 5) Додатково записали текст без пробілів.
- 6) Відповідно до завдання знайшли частоту монограм в тексті з пробілами та без.
Заповнили таблицю:

Таблиця частот монограм у тексті з пробілами(зліва) та без пробілів (справа)

—	0.17404	о	0.11427
о	0.09438	е	0.08705
е	0.07190	а	0.08035
а	0.06637	т	0.06519
т	0.05385	н	0.06461
н	0.05337	и	0.06438
и	0.05318	с	0.05295
с	0.04374	в	0.04648
в	0.03839	л	0.04596
л	0.03796	р	0.04184
р	0.03456	к	0.03283
к	0.02712	д	0.03193
д	0.02637	м	0.03131
м	0.02586	у	0.02952
у	0.02438	п	0.02741
п	0.02264	ь	0.02344
ь	0.01936	я	0.02180
я	0.01800	ч	0.01833
ч	0.01514	б	0.01731
б	0.01430	г	0.01707
г	0.01410	ы	0.01641
ы	0.01356	з	0.01530
з	0.01264	ж	0.01140
ж	0.00942	й	0.00996
й	0.00823	х	0.00847
х	0.00700	ш	0.00830
ш	0.00685	ю	0.00560
ю	0.00463	э	0.00352
э	0.00291	щ	0.00299
щ	0.00247	ц	0.00278
ц	0.00230	ф	0.00123
ф	0.00101		

7) Підраховували частоти біграм з перетинами та без перетинів, з текстом без пробілів та з ними.
З перетинами біграми будуть братись так: “абвгд” аб, бв, вг, гд.
Без перетинів біграми будуть братись так: “абвгд” аб, вг.

Таблиця частот біграм з перетинами у тексті з пробілами:

	0.00690	бб	0.00000	гл	0.00145	еу	0.00016	иб	0.00065
а	0.00251	бв	0.00005	гм	0.00004	еф	0.00001	ив	0.00241
б	0.00680	бд	0.00002	гн	0.00027	ех	0.00051	иг	0.00052
в	0.01664	бе	0.00210	го	0.00745	ец	0.00032	ид	0.00167
г	0.00312	бж	0.00000	гр	0.00051	еч	0.00116	ие	0.00164
д	0.00803	би	0.00079	гс	0.00002	еш	0.00100	иж	0.00021
е	0.00409	бк	0.00013	гт	0.00001	ещ	0.00093	из	0.00158
ж	0.00226	бл	0.00068	гу	0.00044	еы	0.00000	ии	0.00052
з	0.00438	бм	0.00004	гх	0.00000	еэ	0.00000	ий	0.00094
и	0.01145	бн	0.00025	гц	0.00000	ею	0.00023	ик	0.00228
й	0.00001	бо	0.00189	гч	0.00004	ея	0.00021	ил	0.00481
к	0.00800	бр	0.00114	гш	0.00000	ж	0.00075	им	0.00244
л	0.00243	бс	0.00019	гъ	0.00000	жа	0.00120	ин	0.00297
м	0.00576	бт	0.00000	гя	0.00000	жб	0.00002	ио	0.00020
н	0.01578	бу	0.00125	д	0.00086	жг	0.00000	ип	0.00022
о	0.01139	бх	0.00004	да	0.00509	жд	0.00069	ир	0.00078
п	0.01583	бц	0.00000	дб	0.00003	же	0.00433	ис	0.00187
р	0.00493	бч	0.00002	дв	0.00089	жж	0.00001	ит	0.00415
с	0.01554	бш	0.00001	дг	0.00001	жи	0.00123	иу	0.00001
т	0.00880	бщ	0.00016	дд	0.00005	жй	0.00000	иф	0.00001
у	0.00453	бы	0.00366	де	0.00416	жк	0.00010	их	0.00165
ф	0.00039	бь	0.00018	дж	0.00002	жл	0.00002	иц	0.00080
х	0.00154	бю	0.00001	дз	0.00001	жм	0.00001	ич	0.00148
ц	0.00029	бя	0.00060	ди	0.00229	жн	0.00069	иш	0.00061
ч	0.00636	в	0.00555	дк	0.00022	жо	0.00002	ищ	0.00013
ш	0.00064	ва	0.00584	дл	0.00056	жр	0.00001	иы	0.00000
щ	0.00007	вб	0.00000	дм	0.00007	жс	0.00001	иь	0.00000
ь	0.00000	вв	0.00002	дн	0.00178	жт	0.00000	из	0.00000
э	0.00288	вг	0.00001	до	0.00360	жу	0.00026	ию	0.00030
ю	0.00005	вд	0.00084	дп	0.00008	жц	0.00000	ия	0.00107
я	0.00263	ве	0.00495	др	0.00183	жч	0.00000	й	0.00592
а	0.01705	вз	0.00053	дс	0.00026	жы	0.00000	йа	0.00000
аа	0.00003	ви	0.00310	дт	0.00027	жь	0.00005	йб	0.00002
аб	0.00049	вй	0.00000	ду	0.00195	жю	0.00000	йт	0.00000
ав	0.00277	вк	0.00011	дх	0.00004	з	0.00119	йд	0.00027
аг	0.00064	вл	0.00051	дц	0.00026	за	0.00442	йе	0.00000
ад	0.00180	vm	0.00010	дч	0.00005	зб	0.00011	йз	0.00000
ае	0.00117	вн	0.00151	дш	0.00007	зв	0.00084	йи	0.00000
аж	0.00159	во	0.00610	дщ	0.00000	зг	0.00034	йк	0.00013
аз	0.00333	вп	0.00038	ды	0.00042	зд	0.00067	йл	0.00020
ай	0.00011	вр	0.00049	дь	0.00107	зе	0.00017	йм	0.00004
ай	0.00088	вс	0.00360	дю	0.00001	зж	0.00005	йн	0.00034
ак	0.00546	вт	0.00029	дя	0.00042	зз	0.00003	йо	0.00000
ал	0.00699	ву	0.00058	е	0.01884	зи	0.00034	йп	0.00000
ам	0.00334	vx	0.00006	еа	0.00001	зй	0.00000	йс	0.00042
ан	0.00309	вц	0.00002	еб	0.00130	зк	0.00011	йт	0.00046
ао	0.00002	вч	0.00019	ев	0.00108	зл	0.00023	йу	0.00000
ап	0.00075	вш	0.00061	ег	0.00325	зм	0.00019	йф	0.00000
ар	0.00167	вщ	0.00000	ед	0.00266	зн	0.00174	йх	0.00000
ас	0.00478	вы	0.00265	ее	0.00172	зо	0.00048	йц	0.00003
ат	0.00426	вь	0.00016	еж	0.00078	зп	0.00001	йч	0.00018
ау	0.00006	вю	0.00000	ез	0.00116	зр	0.00023	йш	0.00018
аф	0.00004	вя	0.00018	ей	0.00010	зс	0.00001	йщ	0.00000
ах	0.00091	г	0.00105	ей	0.00209	зт	0.00001	к	0.00474
ац	0.00004	га	0.00097	ек	0.00113	зу	0.00060	ка	0.00674
ач	0.00090	гв	0.00001	ел	0.00545	зч	0.00002	кб	0.00000
аш	0.00088	гг	0.00000	ем	0.00415	зш	0.00001	кв	0.00024
аш	0.00024	гд	0.00109	ен	0.00635	зы	0.00026	кд	0.00000
аз	0.00000	ге	0.00017	ео	0.00022	зь	0.00014	ке	0.00037
аю	0.00084	гж	0.00001	еп	0.00118	зю	0.00000	кж	0.00001
ая	0.00223	гз	0.00000	ер	0.00584	зя	0.00042	кз	0.00001
б	0.00044	ги	0.00050	ес	0.00431	и	0.01723	ки	0.00194
ба	0.00061	гк	0.00005	ет	0.00573	иа	0.00007	кй	0.00000

кк	0.00001	на	0.00987	пс	0.00003	сь	0.00304	фл	0.00001
кл	0.00050	нб	0.00001	пт	0.00007	сю	0.00025	фм	0.00000
км	0.00000	нв	0.00001	пу	0.00074	ся	0.00352	фо	0.00010
кн	0.00055	нг	0.00002	пц	0.00001	т	0.00576	фп	0.00000
ко	0.00848	нд	0.00028	пч	0.00002	та	0.00579	фр	0.00006
кп	0.00000	не	0.00998	пш	0.00001	тб	0.00001	фс	0.00000
кр	0.00143	нж	0.00000	пы	0.00022	тв	0.00210	фт	0.00001
кс	0.00023	нз	0.00001	пъ	0.00015	тг	0.00001	фу	0.00010
кт	0.00063	ни	0.00740	пю	0.00000	тд	0.00008	фф	0.00001
ку	0.00117	нк	0.00025	пя	0.00063	те	0.00575	фч	0.00000
кх	0.00003	нм	0.00000	р	0.00070	тж	0.00000	фш	0.00000
кц	0.00000	нн	0.00237	ра	0.00730	тз	0.00001	фы	0.00002
кш	0.00001	но	0.00949	рб	0.00011	ти	0.00320	фь	0.00010
л	0.00689	нп	0.00000	рв	0.00041	тй	0.00000	х	0.00268
ла	0.00554	нр	0.00005	рг	0.00014	тк	0.00033	ха	0.00040
лб	0.00003	нс	0.00025	рд	0.00030	тл	0.00020	хв	0.00018
лв	0.00001	нт	0.00036	ре	0.00507	тм	0.00003	хе	0.00032
лг	0.00013	ну	0.00276	рж	0.00023	тн	0.00107	хж	0.00000
лд	0.00002	нф	0.00003	рз	0.00005	то	0.01459	хз	0.00001
ле	0.00363	нх	0.00000	ри	0.00514	тп	0.00007	хи	0.00051
лж	0.00030	нц	0.00017	рй	0.00000	тр	0.00303	хк	0.00000
лз	0.00001	нч	0.00019	рк	0.00019	тс	0.00106	хл	0.00014
ли	0.00526	нш	0.00000	рл	0.00006	тт	0.00008	хм	0.00007
лк	0.00026	нщ	0.00008	рм	0.00028	ту	0.00161	хн	0.00015
лл	0.00005	ны	0.00242	рн	0.00062	тх	0.00001	хо	0.00221
лм	0.00001	нь	0.00118	ро	0.00700	тц	0.00006	хр	0.00008
лн	0.00025	ню	0.00021	рп	0.00010	тч	0.00032	хс	0.00002
ло	0.00523	ня	0.00176	рр	0.00002	тш	0.00001	хт	0.00005
лп	0.00006	о	0.02351	рс	0.00011	тщ	0.00003	ху	0.00014
лр	0.00000	оа	0.00001	рт	0.00067	ты	0.00137	хш	0.00002
лс	0.00141	об	0.00339	ру	0.00250	ть	0.00678	хэ	0.00000
лт	0.00011	ов	0.00768	рф	0.00029	тэ	0.00001	ц	0.00037
лу	0.00144	ог	0.00403	рх	0.00006	тю	0.00008	ца	0.00050
лф	0.00000	од	0.00480	рц	0.00002	тя	0.00039	цв	0.00002
лч	0.00021	ое	0.00168	рч	0.00007	у	0.00677	це	0.00073
лш	0.00000	ож	0.00206	рш	0.00021	уа	0.00003	ци	0.00011
лщ	0.00000	оз	0.00089	рщ	0.00001	уб	0.00071	цк	0.00002
лы	0.00060	ои	0.00061	ры	0.00080	ув	0.00064	цл	0.00000
ль	0.00458	ой	0.00277	рь	0.00094	ут	0.00142	цм	0.00000
лю	0.00073	ок	0.00155	рю	0.00020	уд	0.00193	цо	0.00019
ля	0.00122	ол	0.00569	ря	0.00096	уе	0.00018	цр	0.00000
м	0.00734	ом	0.00505	с	0.00363	уж	0.00174	цт	0.00001
ма	0.00286	он	0.00645	са	0.00166	уз	0.00022	цу	0.00018
мб	0.00001	оо	0.00022	сб	0.00009	уй	0.00001	цч	0.00000
мв	0.00000	оп	0.00140	св	0.00133	уй	0.00022	цы	0.00015
мг	0.00008	ор	0.00487	сг	0.00003	ук	0.00063	ч	0.00046
мд	0.00000	ос	0.00559	сд	0.00020	ул	0.00144	ча	0.00267
ме	0.00385	от	0.00670	се	0.00440	ум	0.00155	чв	0.00000
ми	0.00260	оу	0.00009	сж	0.00002	ун	0.00051	че	0.00384
мй	0.00000	оф	0.00017	сз	0.00001	уо	0.00000	чз	0.00000
мк	0.00007	ох	0.00046	си	0.00138	уп	0.00064	чи	0.00152
мл	0.00009	оц	0.00008	сй	0.00000	ур	0.00040	чк	0.00050
мм	0.00002	оч	0.00223	ск	0.00343	ус	0.00099	чл	0.00001
мн	0.00156	ош	0.00098	сл	0.00263	ут	0.00155	чм	0.00000
мо	0.00363	ощ	0.00022	см	0.00109	уу	0.00000	чн	0.00082
мп	0.00004	оз	0.00000	сн	0.00087	уф	0.00001	чо	0.00008
мр	0.00006	ою	0.00057	со	0.00267	ух	0.00039	чр	0.00008
мс	0.00010	оя	0.00061	сп	0.00167	уц	0.00000	чт	0.00411
мт	0.00016	п	0.00004	ср	0.00015	уч	0.00078	чу	0.00066
му	0.00211	па	0.00078	сс	0.00059	уш	0.00056	чч	0.00000
мф	0.00001	пг	0.00000	ст	0.00953	ущ	0.00027	чш	0.00014
мц	0.00001	пе	0.00285	су	0.00068	уэ	0.00000	чы	0.00000
мч	0.00005	пи	0.00078	сф	0.00000	ую	0.00071	чь	0.00024
мш	0.00001	пк	0.00007	сх	0.00018	уя	0.00006	ш	0.00008
мы	0.00080	пл	0.00061	сц	0.00005	ф	0.00003	ша	0.00088
мь	0.00008	пн	0.00009	сч	0.00036	фа	0.00021	шв	0.00001
мю	0.00000	по	0.00892	сш	0.00007	фе	0.00005	шг	0.00000
мя	0.00034	пп	0.00003	сщ	0.00000	фи	0.00029	шд	0.00000
н	0.00422	пр	0.00657	сы	0.00019	фк	0.00000	ше	0.00215

шж	0.00000	ьб	0.00015	ье	0.00043	эн	0.00002	ющ	0.00016
шз	0.00000	ьв	0.00075	ьз	0.00014	эп	0.00001	юю	0.00004
ши	0.00133	ьг	0.00011	ьи	0.00012	эр	0.00000	я	0.01169
шй	0.00000	ьд	0.00016	ьк	0.00128	эс	0.00001	яа	0.00000
шк	0.00044	ье	0.00069	ьл	0.00000	эт	0.00272	яб	0.00001
шл	0.00052	ьж	0.00002	ьм	0.00035	эф	0.00001	яв	0.00024
шм	0.00001	ьз	0.00005	ьн	0.00203	эх	0.00004	яг	0.00007
шн	0.00039	ьи	0.00001	ьо	0.00000	ээ	0.00001	яд	0.00048
шо	0.00018	ьй	0.00121	ьп	0.00001	эю	0.00000	яе	0.00008
шп	0.00000	ьк	0.00015	ьр	0.00000	ю	0.00294	яж	0.00010
шр	0.00000	ьл	0.00186	ьс	0.00084	юб	0.00030	яз	0.00019
шс	0.00000	ьм	0.00085	ьт	0.00026	юв	0.00001	яи	0.00002
шт	0.00004	ьн	0.00016	ьу	0.00000	юг	0.00000	яй	0.00009
шу	0.00020	ьо	0.00000	ьф	0.00001	юд	0.00028	як	0.00017
шч	0.00000	ьп	0.00011	ьх	0.00012	юе	0.00000	ял	0.00081
шш	0.00000	ьр	0.00019	ьц	0.00006	юж	0.00001	ям	0.00032
шь	0.00062	ьс	0.00062	ьч	0.00008	юз	0.00001	ян	0.00058
шю	0.00000	ьт	0.00074	ьш	0.00029	юи	0.00000	яо	0.00000
щ	0.00001	ьу	0.00000	ьщ	0.00003	юй	0.00000	яп	0.00005
ща	0.00036	ьх	0.00077	ьь	0.00000	юк	0.00001	яр	0.00007
щг	0.00000	ьц	0.00000	ью	0.00031	юл	0.00001	яс	0.00065
ще	0.00134	ьч	0.00017	ья	0.00067	юм	0.00005	ят	0.00170
щи	0.00052	ьш	0.00045	э	0.00001	юн	0.00004	ях	0.00016
щл	0.00000	ьщ	0.00001	эв	0.00000	юп	0.00000	яц	0.00007
щн	0.00005	ья	0.00000	эг	0.00001	юр	0.00005	яч	0.00014
щр	0.00000	ь	0.01205	эд	0.00001	юс	0.00021	яш	0.00001
щу	0.00015	ьб	0.00007	эй	0.00001	ют	0.00035	ящ	0.00012
шь	0.00004	ьв	0.00004	эк	0.00004	юх	0.00001	яь	0.00000
ы	0.00433	ьг	0.00013	эл	0.00000	юч	0.00010	яю	0.00009
ья	0.00000	ьд	0.00002	эм	0.00000	юш	0.00006	яя	0.000

Таблиця частот біграм з перетинами у тексті без пробілів:

аа	0.00026	бе	0.00211	вм	0.00021	гт	0.00004	дщ	0.00000
аб	0.00106	бж	0.00000	вн	0.00203	гу	0.00048	ды	0.00042
ав	0.00449	бз	0.00001	во	0.00645	гф	0.00000	дь	0.00107
аг	0.00093	би	0.00082	вп	0.00091	гх	0.00001	дэ	0.00002
ад	0.00260	бк	0.00014	вр	0.00068	гц	0.00000	дю	0.00001
ае	0.00165	бл	0.00068	вс	0.00423	гч	0.00005	дя	0.00043
аж	0.00175	бм	0.00004	вт	0.00070	гш	0.00000	еа	0.00023
аз	0.00375	бн	0.00027	ву	0.00075	гь	0.00000	еб	0.00215
аи	0.00138	бо	0.00198	вф	0.00001	гэ	0.00001	ев	0.00309
ай	0.00088	бп	0.00001	вх	0.00009	гю	0.00000	ег	0.00362
ак	0.00633	бр	0.00114	вц	0.00003	гя	0.00001	ед	0.00360
ал	0.00725	бс	0.00021	вч	0.00033	да	0.00511	ее	0.00208
ам	0.00397	бт	0.00002	вш	0.00064	дб	0.00005	еж	0.00097
ан	0.00472	бу	0.00129	вщ	0.00000	дв	0.00097	ез	0.00184
ао	0.00113	бх	0.00005	вы	0.00265	дг	0.00002	еи	0.00133
ап	0.00236	бц	0.00000	вь	0.00016	дд	0.00010	ей	0.00209
ар	0.00212	бч	0.00004	вэ	0.00026	де	0.00418	ек	0.00180
ас	0.00635	бш	0.00001	вю	0.00000	дж	0.00002	ел	0.00579
ат	0.00524	бщ	0.00016	вя	0.00022	дз	0.00005	ем	0.00500
ау	0.00052	бы	0.00366	га	0.00099	ди	0.00234	ен	0.00786
аф	0.00008	бь	0.00018	гб	0.00002	дй	0.00000	ео	0.00140
ах	0.00104	бэ	0.00009	гв	0.00012	дк	0.00028	еп	0.00320
ац	0.00007	бю	0.00001	гг	0.00002	дл	0.00059	ер	0.00638
ач	0.00157	бя	0.00063	гд	0.00114	дм	0.00009	ес	0.00620
аш	0.00096	ва	0.00591	ге	0.00019	дн	0.00191	ет	0.00665
аш	0.00025	вб	0.00018	гж	0.00001	до	0.00364	еу	0.00067
аь	0.00000	вв	0.00039	гз	0.00005	дп	0.00015	еф	0.00005
аз	0.00028	вт	0.00023	ги	0.00056	др	0.00186	ех	0.00077
аю	0.00085	вд	0.00110	гк	0.00010	дс	0.00035	ец	0.00035
ая	0.00252	ве	0.00509	гл	0.00146	дт	0.00030	еч	0.00171
ба	0.00062	вж	0.00004	гм	0.00006	ду	0.00196	еш	0.00107
бб	0.00000	вз	0.00065	гн	0.00036	дф	0.00000	ещ	0.00094
бв	0.00007	ви	0.00332	го	0.00757	дж	0.00005	еы	0.00000
бг	0.00000	вй	0.00000	гп	0.00014	дц	0.00026	еэ	0.00038
бд	0.00002	вк	0.00053	гр	0.00057	дч	0.00008	ею	0.00023
		вл	0.00059	гс	0.00012	дш	0.00007	ея	0.00044

жа	0.00121	ик	0.00315	кф	0.00001	мя	0.00046	пк	0.00008
жб	0.00005	ил	0.00502	кх	0.00007	на	0.00992	пл	0.00061
жв	0.00005	им	0.00296	кц	0.00001	нб	0.00022	пм	0.00000
жг	0.00001	ин	0.00471	кч	0.00019	нв	0.00052	пн	0.00010
жд	0.00072	ио	0.00138	кш	0.00002	нг	0.00009	по	0.00893
же	0.00434	ип	0.00194	кщ	0.00000	нд	0.00043	пп	0.00003
жж	0.00001	ир	0.00128	кэ	0.00009	не	0.01006	пр	0.00657
жз	0.00001	ис	0.00368	кю	0.00000	нж	0.00002	пс	0.00003
жи	0.00130	ит	0.00506	кя	0.00010	нз	0.00013	пт	0.00007
жй	0.00000	иу	0.00051	ла	0.00568	ни	0.00767	пу	0.00074
жк	0.00018	иф	0.00006	лб	0.00024	нк	0.00044	пх	0.00000
жл	0.00003	их	0.00183	лв	0.00063	нл	0.00005	пц	0.00001
жм	0.00002	иц	0.00084	лг	0.00025	нм	0.00011	пч	0.00002
жн	0.00079	ич	0.00203	лд	0.00027	нн	0.00273	пш	0.00001
жо	0.00009	иш	0.00067	ле	0.00395	но	0.00976	пы	0.00022
жп	0.00005	ищ	0.00013	лж	0.00033	нп	0.00047	пь	0.00015
жр	0.00002	иы	0.00000	лз	0.00017	нр	0.00025	пю	0.00000
жс	0.00006	иь	0.00000	ли	0.00576	нс	0.00071	пя	0.00063
жт	0.00005	из	0.00020	лк	0.00057	нт	0.00056	ра	0.00732
жу	0.00027	ию	0.00030	лл	0.00013	ну	0.00291	рб	0.00014
жх	0.00000	ия	0.00133	лм	0.00014	нф	0.00004	рв	0.00047
жц	0.00000	йа	0.00008	лн	0.00085	нх	0.00004	рг	0.00016
жч	0.00002	йб	0.00020	ло	0.00617	нц	0.00017	рд	0.00032
жы	0.00000	йв	0.00047	лп	0.00059	нч	0.00031	ре	0.00508
жь	0.00005	йг	0.00020	лр	0.00037	нш	0.00002	рж	0.00023
жэ	0.00004	йд	0.00059	лс	0.00196	нщ	0.00008	рз	0.00006
жю	0.00000	йе	0.00008	лт	0.00038	ны	0.00242	ри	0.00521
жя	0.00003	йж	0.00009	лу	0.00156	нь	0.00118	рй	0.00000
за	0.00444	йз	0.00013	лф	0.00002	нэ	0.00004	рк	0.00022
зб	0.00013	йи	0.00050	лх	0.00003	ню	0.00021	рл	0.00007
зв	0.00096	йк	0.00044	лц	0.00000	ня	0.00180	рм	0.00028
зг	0.00037	йл	0.00029	лч	0.00055	оа	0.00021	рн	0.00069
зд	0.00076	йм	0.00031	лш	0.00002	об	0.00464	ро	0.00704
зе	0.00020	йн	0.00081	лщ	0.00000	ов	0.01033	рп	0.00025
зж	0.00005	йо	0.00031	лы	0.00060	ог	0.00445	рр	0.00004
зз	0.00005	йп	0.00061	ль	0.00458	од	0.00588	рс	0.00016
зи	0.00037	йр	0.00029	лэ	0.00009	ое	0.00235	рт	0.00070
зий	0.00000	йс	0.00103	лю	0.00073	ож	0.00254	ру	0.00251
зк	0.00020	йт	0.00067	ля	0.00134	оз	0.00149	рф	0.00029
зл	0.00025	йу	0.00013	ма	0.00296	ои	0.00191	рх	0.00006
зм	0.00025	йф	0.00003	мб	0.00024	ой	0.00277	рц	0.00002
зн	0.00186	йх	0.00005	мв	0.00069	ок	0.00254	рч	0.00009
зо	0.00054	йц	0.00005	мг	0.00024	ол	0.00604	рш	0.00021
зп	0.00015	йч	0.00048	мд	0.00040	ом	0.00590	рщ	0.00001
зр	0.00026	йш	0.00023	ме	0.00397	он	0.00851	ры	0.00080
зс	0.00012	йщ	0.00000	мж	0.00014	оо	0.00190	рь	0.00094
зт	0.00010	йэ	0.00008	мз	0.00020	оп	0.00349	рэ	0.00001
зу	0.00064	йю	0.00001	ми	0.00316	ор	0.00543	рю	0.00020
зф	0.00000	йя	0.00006	мй	0.00000	ос	0.00770	ря	0.00097
зх	0.00001	ка	0.00679	мк	0.00038	от	0.00801	са	0.00172
зц	0.00001	кб	0.00051	мл	0.00018	оу	0.00080	сб	0.00022
зч	0.00005	кв	0.00066	мм	0.00022	оф	0.00022	св	0.00162
зш	0.00001	кг	0.00008	мн	0.00222	ох	0.00066	ст	0.00008
зщ	0.00000	кд	0.00022	мо	0.00418	оц	0.00012	сд	0.00039
зы	0.00026	ке	0.00045	мп	0.00080	оч	0.00318	се	0.00446
зь	0.00014	кж	0.00012	мр	0.00028	ош	0.00104	сж	0.00022
зэ	0.00002	кз	0.00009	мс	0.00088	ощ	0.00023	сз	0.00008
зю	0.00000	ки	0.00228	мт	0.00043	оэ	0.00036	си	0.00153
зя	0.00042	кй	0.00000	му	0.00235	ою	0.00058	сй	0.00000
иа	0.00027	кк	0.00022	мф	0.00004	оя	0.00109	ск	0.00363
иб	0.00137	кл	0.00058	мх	0.00007	па	0.00078	сл	0.00270
ив	0.00421	км	0.00017	мц	0.00002	пб	0.00001	см	0.00125
иг	0.00083	кн	0.00099	мч	0.00033	пв	0.00000	сн	0.00128
ид	0.00256	ко	0.00877	мш	0.00004	пг	0.00000	со	0.00287
ие	0.00201	кп	0.00032	мщ	0.00000	пд	0.00000	сп	0.00202
иж	0.00038	кр	0.00158	мы	0.00080	пе	0.00285	ср	0.00022
из	0.00207	кс	0.00063	мь	0.00008	пж	0.00000	сс	0.00089
ии	0.00144	кт	0.00088	мэ	0.00010	пз	0.00000	ст	0.00981
ий	0.00094	ку	0.00128	мю	0.00000	пи	0.00078	су	0.00084

сф	0.00001	ую	0.00072	цф	0.00000	щр	0.00000	эл	0.00000
сх	0.00022	уя	0.00020	цх	0.00000	щу	0.00015	эм	0.00000
сц	0.00006	фа	0.00022	цч	0.00003	щч	0.00000	эн	0.00002
сч	0.00045	фб	0.00000	цш	0.00000	щъ	0.00004	эп	0.00001
сш	0.00009	фв	0.00000	цы	0.00015	ыа	0.00005	эр	0.00000
сщ	0.00000	фд	0.00000	цэ	0.00001	ыб	0.00032	эс	0.00001
сы	0.00019	фе	0.00005	цю	0.00000	ыв	0.00119	эт	0.00272
сь	0.00304	фи	0.00029	ця	0.00001	ыг	0.00018	эф	0.00001
сэ	0.00006	фк	0.00000	ча	0.00267	ыд	0.00038	эх	0.00004
сю	0.00025	фл	0.00001	чб	0.00002	ые	0.00081	эч	0.00000
ся	0.00355	фм	0.00001	чв	0.00006	ыж	0.00006	ээ	0.00001
та	0.00596	фо	0.00010	чг	0.00001	ыз	0.00018	эю	0.00000
тб	0.00035	фп	0.00001	чд	0.00002	ыи	0.00039	юа	0.00007
тв	0.00263	фр	0.00006	че	0.00384	ый	0.00121	юб	0.00037
тг	0.00011	фс	0.00000	чж	0.00000	ык	0.00033	юв	0.00025
тд	0.00037	фт	0.00001	чз	0.00001	ыл	0.00191	юг	0.00006
те	0.00591	фу	0.00010	чи	0.00155	ым	0.00106	юд	0.00043
тж	0.00011	фф	0.00001	чк	0.00053	ын	0.00061	юе	0.00005
тз	0.00013	фч	0.00000	чл	0.00002	ыо	0.00026	юж	0.00007
ти	0.00364	фш	0.00000	чм	0.00001	ып	0.00044	юз	0.00008
тй	0.00000	фы	0.00002	чн	0.00087	ыр	0.00029	юи	0.00024
тк	0.00061	фъ	0.00010	чо	0.00011	ыс	0.00101	юй	0.00000
тл	0.00026	ха	0.00044	чп	0.00005	ыт	0.00103	юк	0.00022
тм	0.00022	хб	0.00011	чр	0.00011	ыу	0.00013	юл	0.00005
тн	0.00159	хв	0.00042	чс	0.00003	ыф	0.00000	юм	0.00016
то	0.01496	хг	0.00006	чт	0.00413	ых	0.00080	юн	0.00027
тп	0.00053	хд	0.00018	чу	0.00067	ыц	0.00001	юо	0.00017
тр	0.00318	хе	0.00037	чх	0.00001	ыч	0.00029	юп	0.00029
тс	0.00152	хж	0.00004	чч	0.00001	ыш	0.00046	юр	0.00015
тт	0.00039	хз	0.00007	чш	0.00014	ыщ	0.00001	юс	0.00047
ту	0.00176	хи	0.00073	чы	0.00000	ыз	0.00009	ют	0.00049
тф	0.00001	хк	0.00014	чь	0.00024	ыю	0.00000	юу	0.00007
тх	0.00005	хл	0.00020	чэ	0.00000	ыя	0.00005	юф	0.00002
тц	0.00007	хм	0.00015	чя	0.00001	ья	0.00024	юх	0.00003
тч	0.00058	хн	0.00036	ша	0.00089	ьб	0.00043	юц	0.00001
тш	0.00003	хо	0.00237	шб	0.00000	ьв	0.00122	юч	0.00024
тщ	0.00003	хп	0.00033	шв	0.00001	ьг	0.00028	юш	0.00007
ты	0.00137	хр	0.00015	шг	0.00000	ьд	0.00053	ющ	0.00017
ть	0.00678	хс	0.00028	шд	0.00000	ье	0.00083	юз	0.00004
тэ	0.00011	хт	0.00017	ше	0.00215	ьж	0.00010	юю	0.00004
тю	0.00008	ху	0.00022	шж	0.00000	ьз	0.00043	юя	0.00005
тя	0.00048	хф	0.00001	шз	0.00000	ьи	0.00117	яа	0.00030
уа	0.00019	хх	0.00001	ши	0.00133	ьй	0.00000	яб	0.00038
уб	0.00088	хц	0.00001	шй	0.00000	ьк	0.00193	яв	0.00151
ув	0.00131	хч	0.00008	шк	0.00044	ьл	0.00018	яг	0.00026
уг	0.00153	хш	0.00003	шл	0.00052	ьм	0.00070	яд	0.00107
уд	0.00226	хщ	0.00000	шм	0.00001	ьн	0.00338	яе	0.00038
уе	0.00029	хэ	0.00005	шн	0.00040	ьо	0.00079	яж	0.00025
уж	0.00185	хю	0.00000	шо	0.00018	ьп	0.00110	яз	0.00049
уз	0.00038	хя	0.00003	шп	0.00001	ьр	0.00026	яи	0.00096
уй	0.00055	ца	0.00051	шр	0.00001	ьс	0.00180	яй	0.00009
уй	0.00022	цб	0.00001	шс	0.00001	ьт	0.00089	як	0.00067
ук	0.00095	цв	0.00006	шт	0.00005	ьу	0.00026	ял	0.00096
ул	0.00152	цг	0.00002	шу	0.00020	ьф	0.00004	ям	0.00064
ум	0.00186	цд	0.00001	шф	0.00000	ьх	0.00026	ян	0.00183
ун	0.00128	це	0.00074	шц	0.00000	ьц	0.00009	яо	0.00071
уо	0.00039	цж	0.00000	шч	0.00000	ьч	0.00067	яп	0.00109
уп	0.00123	цз	0.00001	шш	0.00000	ьш	0.00034	яр	0.00045
ур	0.00057	ци	0.00014	шь	0.00062	ьщ	0.00003	яс	0.00172
ус	0.00153	цк	0.00003	шю	0.00000	ьъ	0.00000	ят	0.00234
ут	0.00192	цл	0.00000	шя	0.00000	ьэ	0.00020	яу	0.00029
уу	0.00013	цм	0.00001	ща	0.00036	ью	0.00031	яф	0.00003
уф	0.00003	цн	0.00003	щб	0.00000	ья	0.00092	ях	0.00029
ух	0.00045	цо	0.00022	щг	0.00000	эв	0.00001	яц	0.00009
уц	0.00001	цп	0.00005	щд	0.00000	эг	0.00001	яч	0.00055
уч	0.00118	цр	0.00001	ще	0.00134	эд	0.00001	яш	0.00006
уш	0.00058	цс	0.00003	щи	0.00052	эи	0.00000	ящ	0.00012
уш	0.00028	цт	0.00003	щл	0.00000	эй	0.00001	яь	0.00000
уэ	0.00009	цу	0.00019	щн	0.00005	эк	0.00004	яз	0.00016

Таблиця частот біграм без перетинів у тексті з пробілами:

	б 0.00042	гн 0.00029	ещ 0.00092	ин 0.00304
0.00697	ба 0.00065	го 0.00746	еы 0.00000	ио 0.00021
а 0.00248	бв 0.00005	гр 0.00052	ею 0.00022	ип 0.00022
б 0.00686	бд 0.00003	гс 0.00002	ея 0.00020	ир 0.00082
в 0.01672	бе 0.00214	гт 0.00002	ж 0.00075	ис 0.00183
г 0.00309	бж 0.00000	гу 0.00044	жа 0.00123	ит 0.00417
д 0.00816	би 0.00075	гч 0.00005	жб 0.00003	иу 0.00001
е 0.00412	бк 0.00013	гь 0.00000	жг 0.00000	иф 0.00001
ж 0.00225	бл 0.00065	д 0.00088	жд 0.00070	их 0.00165
з 0.00438	бм 0.00004	да 0.00501	же 0.00424	иц 0.00081
и 0.01146	бн 0.00025	дб 0.00002	жж 0.00001	ич 0.00148
й 0.00001	бо 0.00191	дв 0.00091	жи 0.00125	иш 0.00061
к 0.00807	бр 0.00120	дг 0.00001	жк 0.00011	ищ 0.00012
л 0.00233	бс 0.00019	дд 0.00006	жл 0.00002	иь 0.00000
м 0.00577	бт 0.00000	де 0.00404	жм 0.00000	ию 0.00029
н 0.01577	бу 0.00121	дж 0.00001	жн 0.00073	ия 0.00107
о 0.01151	бх 0.00005	дз 0.00001	жо 0.00002	й 0.00596
п 0.01573	бц 0.00000	ди 0.00216	жр 0.00001	йа 0.00000
р 0.00491	бч 0.00002	дк 0.00021	жс 0.00001	йб 0.00003
с 0.01564	бш 0.00001	дл 0.00058	жт 0.00001	йт 0.00000
т 0.00873	бщ 0.00016	дм 0.00007	жу 0.00028	йд 0.00026
у 0.00450	бы 0.00369	дн 0.00182	жь 0.00005	йе 0.00000
ф 0.00039	бь 0.00018	до 0.00356	жю 0.00000	йз 0.00000
х 0.00149	бю 0.00001	дп 0.00009	з 0.00116	йи 0.00000
ц 0.00027	бя 0.00060	др 0.00181	за 0.00438	йк 0.00013
ч 0.00644	в 0.00549	дс 0.00023	зб 0.00012	йл 0.00021
ш 0.00065	ва 0.00584	дт 0.00024	зв 0.00087	йм 0.00004
щ 0.00007	вв 0.00004	ду 0.00196	зг 0.00035	йн 0.00033
ь 0.00000	вг 0.00001	дх 0.00005	зд 0.00068	йо 0.00001
э 0.00277	вд 0.00077	дц 0.00025	зе 0.00018	йп 0.00000
ю 0.00005	ве 0.00497	дч 0.00005	зж 0.00005	йс 0.00039
я 0.00268	вз 0.00058	дш 0.00007	зз 0.00002	йт 0.00045
а 0.01708	ви 0.00314	дщ 0.00000	зи 0.00035	йф 0.00000
аа 0.00003	вк 0.00012	ды 0.00042	зй 0.00000	йх 0.00000
аб 0.00047	вл 0.00049	дь 0.00109	зк 0.00011	йц 0.00003
ав 0.00279	vm 0.00011	дю 0.00001	зл 0.00024	йч 0.00017
аг 0.00064	вн 0.00147	дя 0.00041	зм 0.00017	йш 0.00020
ад 0.00183	во 0.00612	е 0.01876	зн 0.00171	йщ 0.00000
ае 0.00117	вп 0.00037	еа 0.00001	зо 0.00049	к 0.00469
аж 0.00159	вр 0.00053	еб 0.00127	зп 0.00002	ка 0.00671
аз 0.00330	вс 0.00354	ев 0.00101	зр 0.00023	кб 0.00000
аи 0.00011	вт 0.00027	ег 0.00326	зс 0.00002	кв 0.00023
ай 0.00087	ву 0.00061	ед 0.00268	зт 0.00001	кд 0.00001
ак 0.00545	vx 0.00006	ее 0.00175	зу 0.00057	ке 0.00033
ал 0.00702	вц 0.00001	еж 0.00073	зч 0.00001	кж 0.00001
ам 0.00334	вч 0.00020	ез 0.00117	зш 0.00001	кз 0.00000
ан 0.00312	вш 0.00059	еи 0.00011	зы 0.00024	ки 0.00189
	вщ 0.00000	ей 0.00209	зь 0.00013	кй 0.00000
ао 0.00002	вы 0.00270	ек 0.00114	зя 0.00040	кк 0.00001
ап 0.00078	вь 0.00015	ел 0.00549	и 0.01737	кл 0.00053
ар 0.00167	вя 0.00017	ем 0.00411	иа 0.00006	км 0.00001
ас 0.00471	г 0.00098	ен 0.00632	иб 0.00064	кн 0.00050
ат 0.00417	га 0.00099	ео 0.00022	ив 0.00239	ко 0.00848
ау 0.00006	гв 0.00001	еп 0.00117	иг 0.00049	кп 0.00000
аф 0.00004	гг 0.00000	ер 0.00588	ид 0.00173	кр 0.00141
ах 0.00093	гд 0.00107	ес 0.00437	ие 0.00171	кс 0.00021
ац 0.00004	ге 0.00018	ет 0.00565	иж 0.00020	кт 0.00063
ач 0.00090	гж 0.00000	еу 0.00017	из 0.00162	ку 0.00112
аш 0.00091	гз 0.00000	еф 0.00001	ии 0.00053	кх 0.00003
аш 0.00026	ги 0.00048	ех 0.00050	ий 0.00101	кц 0.00000
аз 0.00000	гк 0.00005	ец 0.00030	ик 0.00231	кш 0.00001
аю 0.00085	гл 0.00148	еч 0.00110	ил 0.00474	л 0.00701
ая 0.00223	гм 0.00004	еш 0.00099	им 0.00248	ла 0.00555

лб	0.00002	нх	0.00000	ри	0.00516	тт	0.00008	хм	0.00007
лв	0.00001	нц	0.00018	рк	0.00020	ту	0.00157	хн	0.00016
лг	0.00012	нч	0.00017	рл	0.00006	тх	0.00002	хо	0.00220
лд	0.00002	нш	0.00000	рм	0.00026	тц	0.00005	хр	0.00008
ле	0.00367	нщ	0.00009	рн	0.00063	тч	0.00034	хс	0.00001
лж	0.00031	ны	0.00234	ро	0.00705	тш	0.00001	хт	0.00006
лз	0.00001	нь	0.00119	рп	0.00009	тщ	0.00003	ху	0.00015
ли	0.00522	ню	0.00021	рр	0.00002	ты	0.00145	хш	0.00001
лк	0.00029	ня	0.00176	рс	0.00012	ть	0.00683	ц	0.00039
лл	0.00005	о	0.02346	рт	0.00066	тэ	0.00001	ца	0.00052
лм	0.00001	оа	0.00001	ру	0.00246	тю	0.00008	цв	0.00002
лн	0.00024	об	0.00333	рф	0.00030	тя	0.00037	це	0.00076
ло	0.00526	ов	0.00769	рх	0.00006	у	0.00677	ци	0.00011
лп	0.00006	ог	0.00408	рц	0.00002	уа	0.00003	цк	0.00002
лр	0.00000	од	0.00483	рч	0.00006	уб	0.00073	цл	0.00000
лс	0.00138	ое	0.00170	рш	0.00022	ув	0.00065	цо	0.00021
лт	0.00013	ож	0.00213	рщ	0.00002	уг	0.00148	цр	0.00000
лу	0.00147	оз	0.00093	ры	0.00081	уд	0.00198	цт	0.00000
лф	0.00000	ои	0.00064	рь	0.00092	уе	0.00018	цу	0.00019
лч	0.00021	ой	0.00268	рю	0.00024	уж	0.00170	цы	0.00014
лш	0.00000	ок	0.00155	ря	0.00093	уз	0.00022	ч	0.00047
лщ	0.00000	ол	0.00561	с	0.00359	уи	0.00001	ча	0.00269
лы	0.00059	ом	0.00508	са	0.00171	уй	0.00023	че	0.00382
ль	0.00466	он	0.00638	сб	0.00009	ук	0.00066	чз	0.00000
лю	0.00075	оо	0.00025	св	0.00137	ул	0.00143	чи	0.00153
ля	0.00119	оп	0.00134	сг	0.00003	ум	0.00162	чк	0.00053
м	0.00731	ор	0.00474	сд	0.00019	ун	0.00052	чл	0.00001
ма	0.00282	ос	0.00554	се	0.00440	уо	0.00000	чм	0.00000
мб	0.00001	от	0.00671	сж	0.00003	уп	0.00063	чн	0.00086
мг	0.00006	оу	0.00010	сз	0.00001	ур	0.00041	чо	0.00009
мд	0.00000	оф	0.00017	си	0.00131	ус	0.00102	чр	0.00008
ме	0.00381	ох	0.00047	ск	0.00341	ут	0.00156	чт	0.00408
ми	0.00256	оц	0.00008	сл	0.00255	уу	0.00001	чу	0.00063
мк	0.00007	оч	0.00218	см	0.00110	уф	0.00002	чч	0.00000
мл	0.00007	ош	0.00098	сн	0.00088	ух	0.00040	чш	0.00015
мм	0.00003	ощ	0.00022	со	0.00261	уц	0.00000	чы	0.00000
мн	0.00161	оз	0.00000	сп	0.00173	уч	0.00075	чь	0.00023
мо	0.00363	ою	0.00055	ср	0.00014	уш	0.00055	ш	0.00007
мп	0.00004	оя	0.00057	сс	0.00058	ущ	0.00027	ша	0.00088
мр	0.00007	п	0.00004	ст	0.00969	уз	0.00000	ше	0.00219
мс	0.00010	па	0.00082	су	0.00067	ую	0.00071	шж	0.00000
мт	0.00016	пг	0.00000	сф	0.00000	уя	0.00005	шз	0.00000
му	0.00214	пе	0.00286	сх	0.00020	ф	0.00002	ши	0.00137
мф	0.00001	пи	0.00075	сц	0.00005	фа	0.00022	шк	0.00045
мц	0.00000	пк	0.00008	сч	0.00038	фе	0.00006	шл	0.00052
мч	0.00004	пл	0.00057	сш	0.00006	фи	0.00028	шм	0.00001
мш	0.00000	пн	0.00011	сы	0.00019	фк	0.00000	шн	0.00038
мы	0.00082	по	0.00905	сь	0.00309	фл	0.00001	шо	0.00017
мь	0.00007	пп	0.00003	сю	0.00021	фм	0.00001	шп	0.00000
мя	0.00031	пр	0.00655	ся	0.00355	фо	0.00011	шс	0.00000
н	0.00423	пс	0.00002	т	0.00577	фп	0.00000	шт	0.00004
на	0.00989	пт	0.00007	та	0.00573	фр	0.00007	шу	0.00018
нб	0.00001	пу	0.00072	тб	0.00001	фс	0.00000	шч	0.00000
нв	0.00001	пц	0.00001	тв	0.00204	фт	0.00001	шш	0.00000
нг	0.00002	пч	0.00002	тг	0.00001	фу	0.00009	шь	0.00060
нд	0.00029	пш	0.00002	тд	0.00009	фф	0.00001	шю	0.00000
не	0.01007	пы	0.00022	те	0.00582	фч	0.00000	щ	0.00001
нж	0.00000	пъ	0.00015	тж	0.00000	фш	0.00000	ща	0.00034
нз	0.00001	пю	0.00000	тз	0.00001	фы	0.00002	ще	0.00136
ни	0.00733	пя	0.00063	ти	0.00314	фь	0.00009	шри	0.00049
нк	0.00025	р	0.00069	тй	0.00000	х	0.00266	шл	0.00000
нм	0.00000	ра	0.00736	тк	0.00035	ха	0.00040	шн	0.00004
нн	0.00236	рб	0.00012	тл	0.00022	хв	0.00017	шр	0.00000
но	0.00944	рв	0.00040	тм	0.00003	хе	0.00037	шу	0.00014
нр	0.00006	рг	0.00015	тн	0.00109	хж	0.00000	шь	0.00003
нс	0.00025	рд	0.00031	то	0.01466	хз	0.00001	ы	0.00426
нт	0.00037	ре	0.00508	тп	0.00007	хи	0.00048	ыб	0.00014
ну	0.00270	рж	0.00023	тр	0.00297	хк	0.00000	ыв	0.00078
нф	0.00004	рз	0.00005	тс	0.00105	хл	0.00013	ыг	0.00011

ьд	0.00016	ьв	0.00004	ья	0.00070	юд	0.00031	яд	0.00051
ье	0.00072	ьг	0.00013	э	0.00001	юе	0.00000	яе	0.00009
ьж	0.00002	ьд	0.00002	эв	0.00000	юж	0.00001	яж	0.00009
ьз	0.00004	ье	0.00042	эг	0.00001	юз	0.00001	яз	0.00021
ьи	0.00001	ьз	0.00014	эд	0.00000	юи	0.00000	яи	0.00001
ьй	0.00123	ьи	0.00011	эй	0.00001	юк	0.00001	яй	0.00010
ьк	0.00017	ьк	0.00129	эк	0.00004	юл	0.00001	як	0.00019
ьл	0.00182	ьл	0.00000	эл	0.00000	юм	0.00004	ял	0.00082
ьм	0.00081	ьм	0.00035	эм	0.00000	юн	0.00005	ям	0.00037
ьн	0.00019	ьн	0.00200	эн	0.00002	юр	0.00005	ян	0.00060
ьп	0.00011	ьо	0.00000	эп	0.00002	юс	0.00022	яп	0.00004
ьр	0.00015	ьп	0.00000	эр	0.00000	ют	0.00033	яр	0.00006
ьс	0.00064	ьр	0.00000	эс	0.00001	юх	0.00000	яс	0.00063
ьт	0.00071	ьс	0.00085	эт	0.00282	юч	0.00011	ят	0.00172
ьх	0.00076	ьт	0.00023	эф	0.00001	юш	0.00005	ях	0.00016
ьц	0.00000	ьф	0.00001	эх	0.00005	ющ	0.00017	яц	0.00007
ьч	0.00016	ьх	0.00012	ээ	0.00001	юю	0.00004	яч	0.00014
ьш	0.00043	ьц	0.00006	єю	0.00000	я	0.01165	яш	0.00002
ьщ	0.00001	ьч	0.00009	ю	0.00292	яа	0.00000	ящ	0.00013
ья	0.00000	ьш	0.00028	юб	0.00027	яб	0.00000	яю	0.00010
ь	0.01195	ьщ	0.00003	юв	0.00001	яв	0.00024	яя	0.000
ьб	0.00007	ью	0.00033	юг	0.00000	яг	0.00007		

Таблиця частот біграм без перетинів у тексті без пробілів:

аа	0.00025	бр	0.00113	вя	0.00022	дп	0.00015	еэ	0.00036
аб	0.00106	бс	0.00024	га	0.00098	др	0.00185	ею	0.00022
ав	0.00449	бт	0.00003	гб	0.00003	дс	0.00037	ея	0.00045
аг	0.00092	бу	0.00130	гв	0.00012	дт	0.00029	жа	0.00123
ад	0.00256	бх	0.00004	гг	0.00002	ду	0.00202	жб	0.00004
ае	0.00167	бч	0.00003	гд	0.00114	дф	0.00000	жв	0.00005
аж	0.00176	бш	0.00001	ге	0.00021	дх	0.00006	жг	0.00001
аз	0.00378	бщ	0.00015	гж	0.00001	дц	0.00026	жд	0.00070
аи	0.00138	бы	0.00371	гз	0.00006	дч	0.00008	же	0.00434
ай	0.00084	бь	0.00018	ги	0.00058	дш	0.00007	жж	0.00001
ак	0.00644	бэ	0.00012	гк	0.00009	дщ	0.00000	жз	0.00002
ал	0.00721	бю	0.00001	гл	0.00146	ды	0.00042	жи	0.00131
ам	0.00406	бя	0.00064	гм	0.00006	дь	0.00107	жй	0.00000
ан	0.00473	ва	0.00600	гн	0.00033	дэ	0.00001	жк	0.00018
ао	0.00113	вб	0.00019	го	0.00756	дю	0.00001	жл	0.00002
ап	0.00233	вв	0.00040	гп	0.00014	дя	0.00046	жм	0.00002
ар	0.00214	вг	0.00021	гр	0.00054	еа	0.00024	жн	0.00073
ас	0.00639	вд	0.00105	гс	0.00014	еб	0.00210	жо	0.00010
ат	0.00515	ве	0.00507	гт	0.00003	ев	0.00311	жп	0.00006
ау	0.00053	вж	0.00003	гу	0.00048	ег	0.00364	жр	0.00002
аф	0.00007	вз	0.00062	гф	0.00001	ед	0.00356	жс	0.00005
ах	0.00103	ви	0.00331	гх	0.00000	ее	0.00203	жт	0.00005
ац	0.00007	вй	0.00000	гц	0.00000	еж	0.00101	жу	0.00028
ач	0.00159	вк	0.00056	гч	0.00006	ез	0.00181	жх	0.00000
аш	0.00098	вл	0.00064	гш	0.00000	еи	0.00129	жч	0.00002
ащ	0.00026	vm	0.00021	гэ	0.00001	ей	0.00210	жъ	0.00006
аэ	0.00028	вн	0.00201	гю	0.00000	ек	0.00191	жэ	0.00005
аю	0.00092	во	0.00649	гя	0.00001	ел	0.00584	жя	0.00002
ая	0.00253	вп	0.00096	да	0.00502	ем	0.00502	за	0.00441
ба	0.00063	вр	0.00071	дб	0.00006	ен	0.00788	зб	0.00011
бб	0.00000	вс	0.00418	дв	0.00099	ео	0.00144	зв	0.00093
бв	0.00007	вт	0.00070	дг	0.00002	еп	0.00323	зг	0.00037
бд	0.00002	ву	0.00073	дд	0.00012	ер	0.00652	зд	0.00073
бе	0.00205	вф	0.00001	де	0.00410	ес	0.00622	зе	0.00018
бж	0.00001	вх	0.00008	дж	0.00003	ет	0.00662	зж	0.00007
бз	0.00001	вц	0.00003	дз	0.00004	еу	0.00067	зз	0.00005
би	0.00082	вч	0.00038	ди	0.00238	еф	0.00004	зи	0.00039
бк	0.00016	вш	0.00065	дй	0.00000	ех	0.00073	зй	0.00000
бл	0.00068	вщ	0.00001	дк	0.00029	ец	0.00036	зк	0.00021
бм	0.00004	вы	0.00260	дл	0.00060	еч	0.00168	зл	0.00026
бн	0.00031	вь	0.00015	дм	0.00009	еш	0.00105	зм	0.00028
бо	0.00204	вэ	0.00027	дн	0.00189	ещ	0.00095	зн	0.00191
бп	0.00001	вю	0.00001	до	0.00374	еы	0.00000	зо	0.00058

зп	0.00015	йш	0.00023	ме	0.00388	оо	0.00187	сб	0.00021
зр	0.00026	йщ	0.00000	мж	0.00014	оп	0.00343	св	0.00158
зс	0.00013	йэ	0.00007	мз	0.00021	ор	0.00547	ст	0.00010
зт	0.00010	йю	0.00001	ми	0.00309	ос	0.00762	сд	0.00042
зу	0.00059	йя	0.00006	мк	0.00042	от	0.00800	се	0.00443
зф	0.00000	ка	0.00671	мл	0.00016	оу	0.00078	сж	0.00022
зх	0.00001	кб	0.00051	мм	0.00023	оф	0.00022	сз	0.00008
зц	0.00001	кв	0.00063	мн	0.00221	ох	0.00064	си	0.00154
зч	0.00004	кг	0.00007	мо	0.00418	оц	0.00011	ск	0.00359
зш	0.00002	кд	0.00022	мп	0.00080	оч	0.00308	сл	0.00269
зщ	0.00000	ке	0.00044	мр	0.00029	ош	0.00107	см	0.00129
зы	0.00025	кж	0.00010	мс	0.00088	ощ	0.00023	сн	0.00127
зь	0.00015	кз	0.00008	мт	0.00047	оэ	0.00037	со	0.00283
зэ	0.00002	ки	0.00229	му	0.00231	ою	0.00056	сп	0.00203
зю	0.00000	кй	0.00000	мф	0.00004	оя	0.00108	ср	0.00022
зя	0.00044	кк	0.00023	мх	0.00007	па	0.00075	сс	0.00093
иа	0.00023	кл	0.00058	мц	0.00001	пб	0.00001	ст	0.00979
иб	0.00137	км	0.00016	мч	0.00031	пг	0.00001	су	0.00083
ив	0.00413	кн	0.00089	мш	0.00004	пд	0.00000	сф	0.00001
иг	0.00082	ко	0.00873	мщ	0.00000	пе	0.00285	сх	0.00021
ид	0.00266	кп	0.00031	мы	0.00079	пи	0.00079	сц	0.00006
ие	0.00206	кр	0.00161	мь	0.00008	пк	0.00006	сч	0.00042
иж	0.00038	кс	0.00059	мэ	0.00011	пл	0.00059	сш	0.00008
из	0.00207	кт	0.00088	мю	0.00001	пн	0.00010	сщ	0.00000
ии	0.00144	ку	0.00115	мя	0.00045	по	0.00909	сы	0.00021
ий	0.00086	кф	0.00000	на	0.00990	пп	0.00004	сь	0.00297
ик	0.00318	кх	0.00008	нб	0.00022	пр	0.00658	сэ	0.00006
ил	0.00495	кц	0.00002	нв	0.00054	пс	0.00003	сю	0.00026
им	0.00296	кч	0.00021	нг	0.00008	пт	0.00006	ся	0.00348
ин	0.00477	кш	0.00002	нд	0.00046	пу	0.00073	та	0.00606
ио	0.00138	кщ	0.00001	не	0.01018	пх	0.00000	тб	0.00037
ип	0.00192	кэ	0.00010	нж	0.00002	пц	0.00001	тв	0.00266
ир	0.00129	кю	0.00000	нз	0.00013	пч	0.00002	тг	0.00010
ис	0.00370	кя	0.00010	ни	0.00774	пш	0.00002	тд	0.00038
ит	0.00488	ла	0.00565	нк	0.00044	пы	0.00021	те	0.00593
иу	0.00050	лб	0.00024	нл	0.00005	пь	0.00017	тж	0.00011
иф	0.00006	лв	0.00063	нм	0.00012	пя	0.00066	тз	0.00014
их	0.00183	лг	0.00027	нн	0.00266	ра	0.00725	ти	0.00363
иц	0.00081	лд	0.00027	но	0.01000	рб	0.00014	тй	0.00000
ич	0.00202	ле	0.00393	нп	0.00047	рв	0.00045	тк	0.00064
иш	0.00063	лж	0.00033	нр	0.00023	рг	0.00014	тл	0.00029
ищ	0.00015	лз	0.00017	нс	0.00074	рд	0.00031	тм	0.00026
иы	0.00000	ли	0.00584	нт	0.00053	ре	0.00502	тн	0.00153
из	0.00019	лк	0.00059	ну	0.00294	рж	0.00020	то	0.01501
ию	0.00034	лл	0.00012	нф	0.00004	рз	0.00005	тп	0.00051
ия	0.00134	лм	0.00014	нх	0.00005	ри	0.00523	тр	0.00314
йа	0.00009	лн	0.00085	нц	0.00017	рй	0.00000	тс	0.00155
йб	0.00020	ло	0.00623	нч	0.00028	рк	0.00019	тт	0.00041
йв	0.00046	лп	0.00057	нш	0.00002	рл	0.00008	ту	0.00180
йг	0.00021	лр	0.00039	нщ	0.00007	рм	0.00028	тф	0.00002
йд	0.00061	лс	0.00200	ны	0.00245	рн	0.00070	тх	0.00006
йе	0.00008	лт	0.00038	нь	0.00119	ро	0.00716	тч	0.00008
йж	0.00009	лу	0.00155	нэ	0.00004	рп	0.00027	тч	0.00057
йз	0.00011	лф	0.00002	ню	0.00020	рр	0.00004	тш	0.00003
йи	0.00051	лх	0.00004	ня	0.00181	рс	0.00017	тщ	0.00003
йк	0.00046	лц	0.00001	оа	0.00022	рт	0.00070	ты	0.00141
йл	0.00029	лч	0.00056	об	0.00455	ру	0.00246	ть	0.00684
йм	0.00033	лш	0.00002	ов	0.01040	рф	0.00027	тэ	0.00013
йн	0.00083	лщ	0.00001	ог	0.00444	рх	0.00006	тю	0.00009
йо	0.00030	лы	0.00061	од	0.00574	рц	0.00001	тя	0.00045
йп	0.00063	ль	0.00463	ое	0.00229	рч	0.00009	уа	0.00020
йр	0.00028	лэ	0.00008	ож	0.00245	рш	0.00019	уб	0.00085
йс	0.00107	лю	0.00071	оз	0.00153	рщ	0.00002	ув	0.00130
йт	0.00070	ля	0.00134	ои	0.00192	ры	0.00079	уг	0.00159
йу	0.00011	ма	0.00294	ой	0.00270	рь	0.00090	уд	0.00227
йф	0.00004	мб	0.00024	ок	0.00259	рэ	0.00001	уе	0.00032
йх	0.00005	мв	0.00071	ол	0.00594	рю	0.00019	уж	0.00194
йц	0.00006	мг	0.00024	ом	0.00587	ря	0.00097	уз	0.00040
йч	0.00048	мд	0.00042	он	0.00844	са	0.00170	уй	0.00054

уй	0.00021	хф	0.00000	чя	0.00001	ыф	0.00001	юв	0.00025
ук	0.00095	хх	0.00001	ша	0.00090	ых	0.00080	юг	0.00005
ул	0.00151	хц	0.00001	шб	0.00000	ыг	0.00028	юд	0.00044
ум	0.00190	хч	0.00007	шв	0.00001	ыш	0.00047	юе	0.00004
ун	0.00126	хш	0.00003	шт	0.00000	ыщ	0.00001	юж	0.00006
уо	0.00035	хэ	0.00006	шд	0.00000	ыэ	0.00010	юз	0.00008
уп	0.00120	хю	0.00000	ше	0.00221	ыю	0.00000	юи	0.00024
ур	0.00060	хя	0.00004	шз	0.00000	ыя	0.00006	юй	0.00000
ус	0.00154	ца	0.00053	ши	0.00133	ьа	0.00023	юк	0.00021
ут	0.00190	цб	0.00000	шк	0.00048	ьб	0.00042	юл	0.00006
уу	0.00015	цв	0.00005	шл	0.00049	ьв	0.00120	юм	0.00014
уф	0.00004	цг	0.00002	шм	0.00001	ьг	0.00031	юн	0.00023
ух	0.00046	цд	0.00001	шн	0.00034	ьд	0.00054	юо	0.00014
уц	0.00001	це	0.00071	шо	0.00018	ье	0.00083	юп	0.00028
уч	0.00123	цж	0.00000	шп	0.00001	ьж	0.00011	юр	0.00014
уш	0.00059	цз	0.00001	шр	0.00000	ьз	0.00045	юс	0.00046
ущ	0.00027	ци	0.00013	шс	0.00001	ьи	0.00117	ют	0.00048
уэ	0.00011	цк	0.00004	шт	0.00005	ьй	0.00000	юу	0.00005
ую	0.00080	цл	0.00000	шу	0.00020	ьк	0.00189	юф	0.00002
уя	0.00021	цм	0.00001	шф	0.00000	ьл	0.00017	юх	0.00003
фа	0.00020	цн	0.00003	шц	0.00000	ьм	0.00070	юц	0.00001
фб	0.00000	цо	0.00021	шч	0.00000	ьн	0.00334	юч	0.00023
фв	0.00000	цп	0.00005	шш	0.00000	ьо	0.00080	юш	0.00009
фд	0.00001	цр	0.00001	шь	0.00062	ьп	0.00107	ющ	0.00015
фе	0.00005	цс	0.00003	шю	0.00000	ьр	0.00026	юз	0.00004
фи	0.00031	цт	0.00002	шы	0.00000	ьс	0.00179	юю	0.00003
фк	0.00000	цу	0.00020	ща	0.00032	ьт	0.00089	юя	0.00006
фл	0.00001	цч	0.00003	шб	0.00000	ьу	0.00023	яа	0.00026
фм	0.00002	цш	0.00000	шг	0.00000	ьф	0.00004	яб	0.00042
фо	0.00008	цы	0.00017	шд	0.00000	ьх	0.00028	яв	0.00153
фп	0.00001	цэ	0.00001	ше	0.00137	ьц	0.00011	яг	0.00026
фр	0.00006	цю	0.00000	ши	0.00053	ьч	0.00064	яд	0.00101
фс	0.00000	ча	0.00270	шл	0.00000	ьш	0.00033	яе	0.00039
фт	0.00001	чб	0.00002	шн	0.00005	ьщ	0.00004	яж	0.00026
фу	0.00010	чв	0.00006	шр	0.00001	ьъ	0.00000	яз	0.00046
фф	0.00001	чг	0.00001	шу	0.00014	ьэ	0.00021	яи	0.00101
фы	0.00002	чд	0.00002	шф	0.00004	ью	0.00033	яй	0.00009
фь	0.00011	че	0.00390	ша	0.00006	ья	0.00093	як	0.00063
ха	0.00046	чж	0.00000	ыб	0.00031	эв	0.00001	ял	0.00099
хб	0.00009	чз	0.00002	ыв	0.00116	эг	0.00001	ям	0.00058
хв	0.00038	чи	0.00161	ыг	0.00017	эд	0.00001	ян	0.00178
хг	0.00006	чк	0.00052	ыд	0.00038	эи	0.00000	яо	0.00074
хд	0.00018	чл	0.00003	ые	0.00081	эй	0.00001	яп	0.00108
хе	0.00036	чм	0.00001	ьж	0.00005	эк	0.00005	яр	0.00045
хж	0.00005	чн	0.00088	ыз	0.00017	эл	0.00000	яс	0.00176
хз	0.00007	чо	0.00010	ьи	0.00040	эм	0.00000	ят	0.00234
хи	0.00069	чп	0.00005	ьй	0.00127	эн	0.00002	яу	0.00030
хк	0.00014	чр	0.00011	ык	0.00037	еп	0.00001	яф	0.00004
хл	0.00020	чс	0.00003	ыл	0.00185	эр	0.00000	ях	0.00031
хм	0.00016	чт	0.00416	ым	0.00102	эс	0.00001	яц	0.00011
хн	0.00035	чу	0.00065	ын	0.00060	эт	0.00263	яч	0.00055
хо	0.00246	чх	0.00001	юо	0.00025	эф	0.00001	яш	0.00006
хп	0.00030	чч	0.00001	ып	0.00043	эх	0.00004	ящ	0.00011
хр	0.00015	чш	0.00015	ьр	0.00029	эч	0.00000	яз	0.00016
хс	0.00029	чы	0.00000	ыс	0.00103	ээ	0.00001	яю	0.00010
хт	0.00017	чь	0.00026	ыт	0.00104	юа	0.00005	яя	0.00022
ху	0.00024	чэ	0.00001	ьу	0.00010	юб	0.00038		

8) Обраховали значення ентропії для монограм та біграм, значення занесли в таблицю.

Текст	n	\square_{\square}
з пробілами	1	4.34187
без пробілів	1	4.44938

[illegible]

Значення ентропії $H^{(30)}$ знаходиться в проміжку $1,1724 < H^{(30)} < 1,8445$:

[illegible]

10) Оцінили надлишковість для російської мови у різних моделях відкритого тексту.

$$R = 1 - \frac{\square_{\infty}}{\square_0}$$

Текст	n	R
з пробілами	1	0.13163
без пробілів	1	0.11012
з пробілами	2(з перетином)	0.21067
без пробілів	2(з перетином)	0.29540
з пробілами	2(без перетину)	0.21077
без пробілів	2(без перетину)	0.29547
з пробілами	10	0.34606<R<0.48744
з пробілами	20	0.44952<R<0.60202
з пробілами	30	0.63110<R<0.76552

Висновки:

Засвоїли поняття ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчили та порівняли різні моделі джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набули практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела. Попрактикувалися з фільтрацією від пунктуаційних знаків, пробілів, переносу рядка, літер верхнього і нижнього регістру. За допомогою програми CoolPinkProgram визначили значення ентропії.