



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.

Київ-2020

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 вилучено 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	o	0.11427
o	0.09438	e	0.08705
e	0.07190	a	0.08035
a	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) Підраховали 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:

а	0.00251	э	0.00288	ач	0.00090	бщ	0.00016	вч	0.00019
б	0.00680	ю	0.00005	аш	0.00088	бы	0.00366	вш	0.00061
в	0.01664	я	0.00263	ащ	0.00024	бъ	0.00018	вщ	0.00000
г	0.00312	а	0.01705	аэ	0.00000	бю	0.00001	вы	0.00265
д	0.00803	аа	0.00003	аю	0.00084	бя	0.00060	въ	0.00016
е	0.00409	аб	0.00049	ая	0.00223	в	0.00555	вю	0.00000
ж	0.00226	ав	0.00277	б	0.00044	ва	0.00584	вя	0.00018
з	0.00438	аг	0.00064	ба	0.00061	вб	0.00000	г	0.00105
и	0.01145	ад	0.00180	бб	0.00000	вв	0.00002	га	0.00097
й	0.00001	ае	0.00117	бв	0.00005	вг	0.00001	гв	0.00001
к	0.00800	аж	0.00159	бд	0.00002	вд	0.00084	гг	0.00000
л	0.00243	аз	0.00333	бе	0.00210	ве	0.00495	гд	0.00109
м	0.00576	аи	0.00011	бж	0.00000	вз	0.00053	ге	0.00017
н	0.01578	ай	0.00088	би	0.00079	ви	0.00310	гж	0.00001
о	0.01139	ак	0.00546	бк	0.00013	вй	0.00000	гз	0.00000
п	0.01583	ал	0.00699	бл	0.00068	вк	0.00011	ги	0.00050
р	0.00493	ам	0.00334	бм	0.00004	вл	0.00051	гк	0.00005
с	0.01554	ан	0.00309	бн	0.00025	vm	0.00010	гл	0.00145
т	0.00880	ао	0.00002	бо	0.00189	вн	0.00151	гм	0.00004
у	0.00453	ап	0.00075	бр	0.00114	во	0.00610	гн	0.00027
ф	0.00039	ар	0.00167	бс	0.00019	вп	0.00038	го	0.00745
х	0.00154	ас	0.00478	бт	0.00000	вр	0.00049	гр	0.00051
ц	0.00029	ат	0.00426	бу	0.00125	вс	0.00360	гс	0.00002
ч	0.00636	ау	0.00006	бх	0.00004	вт	0.00029	гт	0.00001
ш	0.00064	аф	0.00004	бц	0.00000	ву	0.00058	гу	0.00044
щ	0.00007	ах	0.00091	бч	0.00002	вх	0.00006	гх	0.00000
ь	0.00000	ац	0.00004	бш	0.00001	вц	0.00002	гц	0.00000

гч 0.00004	ез 0.00116	жц 0.00000	ии 0.00052	йх 0.00000
гш 0.00000	еи 0.00010	жч 0.00000	ий 0.00094	йц 0.00003
гъ 0.00000	ей 0.00209	жы 0.00000	ик 0.00228	йч 0.00018
гя 0.00000	ек 0.00113	жь 0.00005	ил 0.00481	йш 0.00018
д 0.00086	ел 0.00545	жю 0.00000	им 0.00244	йщ 0.00000
да 0.00509	ем 0.00415	з 0.00119	ин 0.00297	к 0.00474
дб 0.00003	ен 0.00635	за 0.00442	ио 0.00020	ка 0.00674
дв 0.00089	ео 0.00022	зб 0.00011	ип 0.00022	кб 0.00000
дг 0.00001	еп 0.00118	зв 0.00084	ир 0.00078	кв 0.00024
дд 0.00005	ер 0.00584	зг 0.00034	ис 0.00187	кд 0.00000
де 0.00416	ес 0.00431	зд 0.00067	ит 0.00415	ке 0.00037
дж 0.00002	ет 0.00573	зе 0.00017	иу 0.00001	кж 0.00001
дз 0.00001	еу 0.00016	зж 0.00005	иф 0.00001	кз 0.00001
ди 0.00229	еф 0.00001	зз 0.00003	их 0.00165	ки 0.00194
дк 0.00022	ех 0.00051	зи 0.00034	иц 0.00080	кй 0.00000
дл 0.00056	ец 0.00032	зй 0.00000	ич 0.00148	кк 0.00001
дм 0.00007	еч 0.00116	зк 0.00011	иш 0.00061	кл 0.00050
дн 0.00178	еш 0.00100	зл 0.00023	ищ 0.00013	км 0.00000
до 0.00360	ещ 0.00093	зм 0.00019	иы 0.00000	кн 0.00055
дп 0.00008	еы 0.00000	зн 0.00174	иь 0.00000	ко 0.00848
др 0.00183	ез 0.00000	зо 0.00048	изэ 0.00000	кп 0.00000
дс 0.00026	ею 0.00023	зп 0.00001	ию 0.00030	кр 0.00143
дт 0.00027	ея 0.00021	зр 0.00023	ия 0.00107	кс 0.00023
ду 0.00195	ж 0.00075	зс 0.00001	й 0.00592	кт 0.00063
дх 0.00004	жа 0.00120	зт 0.00001	йа 0.00000	ку 0.00117
дц 0.00026	жб 0.00002	зу 0.00060	йб 0.00002	кх 0.00003
дч 0.00005	жг 0.00000	зч 0.00002	йг 0.00000	кц 0.00000
дш 0.00007	жд 0.00069	зш 0.00001	йд 0.00027	кш 0.00001
дщ 0.00000	же 0.00433	зы 0.00026	йе 0.00000	л 0.00689
ды 0.00042	жж 0.00001	зь 0.00014	йз 0.00000	ла 0.00554
дъ 0.00107	жи 0.00123	зю 0.00000	йи 0.00000	лб 0.00003
дю 0.00001	жй 0.00000	зя 0.00042	йк 0.00013	лв 0.00001
дя 0.00042	жк 0.00010	и 0.01723	йл 0.00020	лг 0.00013
е 0.01884	жл 0.00002	иа 0.00007	йм 0.00004	лд 0.00002
еа 0.00001	жм 0.00001	иб 0.00065	йн 0.00034	ле 0.00363
еб 0.00130	жн 0.00069	ив 0.00241	йо 0.00000	лж 0.00030
ев 0.00108	жо 0.00002	иг 0.00052	ип 0.00000	лз 0.00001
ег 0.00325	жр 0.00001	ид 0.00167	йс 0.00042	ли 0.00526
ед 0.00266	жс 0.00001	ие 0.00164	йт 0.00046	лк 0.00026
ее 0.00172	жт 0.00000	иж 0.00021	йу 0.00000	лл 0.00005
еж 0.00078	жу 0.00026	из 0.00158	йф 0.00000	лм 0.00001

лн	0.00025	мя	0.00034	ок	0.00155	ра	0.00730	ск	0.00343
ло	0.00523	н	0.00422	ол	0.00569	рб	0.00011	сл	0.00263
лп	0.00006	на	0.00987	ом	0.00505	рв	0.00041	см	0.00109
лр	0.00000	нб	0.00001	он	0.00645	рг	0.00014	сн	0.00087
лс	0.00141	нв	0.00001	оо	0.00022	рд	0.00030	со	0.00267
лт	0.00011	нг	0.00002	оп	0.00140	ре	0.00507	сп	0.00167
лу	0.00144	нд	0.00028	ор	0.00487	рж	0.00023	ср	0.00015
лф	0.00000	не	0.00998	ос	0.00559	рз	0.00005	сс	0.00059
лч	0.00021	нж	0.00000	от	0.00670	ри	0.00514	ст	0.00953
лш	0.00000	нз	0.00001	оу	0.00009	рй	0.00000	су	0.00068
лщ	0.00000	ни	0.00740	оф	0.00017	рк	0.00019	сф	0.00000
лы	0.00060	нк	0.00025	ох	0.00046	рл	0.00006	сх	0.00018
ль	0.00458	нм	0.00000	оц	0.00008	рм	0.00028	сц	0.00005
лю	0.00073	нн	0.00237	оч	0.00223	рн	0.00062	сч	0.00036
ля	0.00122	но	0.00949	ош	0.00098	ро	0.00700	сш	0.00007
м	0.00734	нп	0.00000	ощ	0.00022	рп	0.00010	сщ	0.00000
ма	0.00286	нр	0.00005	оэ	0.00000	рр	0.00002	сы	0.00019
мб	0.00001	нс	0.00025	ою	0.00057	рс	0.00011	сь	0.00304
мв	0.00000	нт	0.00036	оя	0.00061	рт	0.00067	сю	0.00025
мг	0.00008	ну	0.00276	п	0.00004	ру	0.00250	ся	0.00352
мд	0.00000	нф	0.00003	па	0.00078	рф	0.00029	т	0.00576
ме	0.00385	нх	0.00000	пг	0.00000	рх	0.00006	та	0.00579
ми	0.00260	нц	0.00017	пе	0.00285	рц	0.00002	тб	0.00001
мй	0.00000	нч	0.00019	пи	0.00078	рч	0.00007	тв	0.00210
мк	0.00007	нш	0.00000	пк	0.00007	рш	0.00021	тг	0.00001
мл	0.00009	нщ	0.00008	пл	0.00061	рщ	0.00001	тд	0.00008
мм	0.00002	ны	0.00242	пн	0.00009	ры	0.00080	те	0.00575
мн	0.00156	нь	0.00118	по	0.00892	рь	0.00094	тж	0.00000
мо	0.00363	ню	0.00021	пп	0.00003	рю	0.00020	тз	0.00001
мп	0.00004	ня	0.00176	пр	0.00657	ря	0.00096	ти	0.00320
мр	0.00006	о	0.02351	пс	0.00003	с	0.00363	тй	0.00000
мс	0.00010	оа	0.00001	пт	0.00007	са	0.00166	тк	0.00033
мт	0.00016	об	0.00339	пу	0.00074	сб	0.00009	тл	0.00020
му	0.00211	ов	0.00768	пц	0.00001	св	0.00133	тм	0.00003
мф	0.00001	ог	0.00403	пч	0.00002	сг	0.00003	тн	0.00107
мц	0.00001	од	0.00480	пш	0.00001	сд	0.00020	то	0.01459
мч	0.00005	ое	0.00168	пы	0.00022	се	0.00440	тп	0.00007
мш	0.00001	ож	0.00206	пь	0.00015	сж	0.00002	тр	0.00303
мы	0.00080	оз	0.00089	пю	0.00000	сз	0.00001	тс	0.00106
мь	0.00008	ои	0.00061	пя	0.00063	си	0.00138	тт	0.00008
мю	0.00000	ой	0.00277	р	0.00070	сй	0.00000	ту	0.00161

тх	0.00001	фа	0.00021	цл	0.00000	шп	0.00000	ыц	0.00000
тц	0.00006	фе	0.00005	цм	0.00000	шр	0.00000	ыч	0.00017
тч	0.00032	фи	0.00029	цо	0.00019	шс	0.00000	ыш	0.00045
тш	0.00001	фк	0.00000	цр	0.00000	шт	0.00004	ыщ	0.00001
тщ	0.00003	фл	0.00001	цт	0.00001	шу	0.00020	ыя	0.00000
ты	0.00137	фм	0.00000	цу	0.00018	шч	0.00000	ь	0.01205
ть	0.00678	фо	0.00010	цч	0.00000	шш	0.00000	ьб	0.00007
тэ	0.00001	фп	0.00000	цы	0.00015	шь	0.00062	ьв	0.00004
тю	0.00008	фр	0.00006	ч	0.00046	шю	0.00000	ьг	0.00013
тя	0.00039	фс	0.00000	ча	0.00267	щ	0.00001	ьд	0.00002
у	0.00677	фт	0.00001	чв	0.00000	ща	0.00036	ье	0.00043
уа	0.00003	фу	0.00010	че	0.00384	щг	0.00000	ьз	0.00014
уб	0.00071	фф	0.00001	чз	0.00000	ще	0.00134	ьи	0.00012
ув	0.00064	фч	0.00000	чи	0.00152	щи	0.00052	ьк	0.00128
уг	0.00142	фш	0.00000	чк	0.00050	щл	0.00000	ьл	0.00000
уд	0.00193	фы	0.00002	чл	0.00001	щн	0.00005	ьм	0.00035
уе	0.00018	фь	0.00010	чм	0.00000	щр	0.00000	ьн	0.00203
уж	0.00174	х	0.00268	чн	0.00082	щу	0.00015	ьо	0.00000
уз	0.00022	ха	0.00040	чо	0.00008	щъ	0.00004	ьп	0.00001
уй	0.00001	хв	0.00018	чр	0.00008	ы	0.00433	ьр	0.00000
уй	0.00022	хе	0.00032	чт	0.00411	ыа	0.00000	ьс	0.00084
ук	0.00063	хж	0.00000	чу	0.00066	ьб	0.00015	ьт	0.00026
ул	0.00144	хз	0.00001	чч	0.00000	ьв	0.00075	ьу	0.00000
ум	0.00155	хи	0.00051	чш	0.00014	ьг	0.00011	ьф	0.00001
ун	0.00051	хк	0.00000	чы	0.00000	ьд	0.00016	ьх	0.00012
уо	0.00000	хл	0.00014	чь	0.00024	ье	0.00069	ьц	0.00006
уп	0.00064	хм	0.00007	ш	0.00008	ьж	0.00002	ьч	0.00008
ур	0.00040	хн	0.00015	ша	0.00088	ьз	0.00005	ьш	0.00029
ус	0.00099	хо	0.00221	шв	0.00001	ьи	0.00001	ьщ	0.00003
ут	0.00155	хр	0.00008	шт	0.00000	ьй	0.00121	ьъ	0.00000
уу	0.00000	хс	0.00002	шд	0.00000	ьк	0.00015	ью	0.00031
уф	0.00001	хт	0.00005	ше	0.00215	ьл	0.00186	ья	0.00067
ух	0.00039	ху	0.00014	шж	0.00000	ьм	0.00085	э	0.00001
уц	0.00000	хш	0.00002	шз	0.00000	ьн	0.00016	эв	0.00000
уч	0.00078	хэ	0.00000	ши	0.00133	ьо	0.00000	эг	0.00001
уш	0.00056	ц	0.00037	шй	0.00000	ьп	0.00011	эд	0.00001
ущ	0.00027	ца	0.00050	шк	0.00044	ьр	0.00019	эй	0.00001
уэ	0.00000	цв	0.00002	шл	0.00052	ьс	0.00062	эк	0.00004
ую	0.00071	це	0.00073	шм	0.00001	ьт	0.00074	эл	0.00000
уя	0.00006	ци	0.00011	шн	0.00039	ьу	0.00000	эм	0.00000
ф	0.00003	цк	0.00002	шо	0.00018	ьх	0.00077	эн	0.00002

эп	0.00001	юд	0.00028	юс	0.00021	яд	0.00048	яр	0.00007
эр	0.00000	юе	0.00000	ют	0.00035	яе	0.00008	яс	0.00065
эс	0.00001	юж	0.00001	юх	0.00001	яж	0.00010	ят	0.00170
эт	0.00272	юз	0.00001	юч	0.00010	яз	0.00019	ях	0.00016
эф	0.00001	юи	0.00000	юш	0.00006	яи	0.00002	яц	0.00007
эх	0.00004	юй	0.00000	ющ	0.00016	яй	0.00009	яч	0.00014
эз	0.00001	юк	0.00001	юю	0.00004	як	0.00017	яш	0.00001
эю	0.00000	юл	0.00001	я	0.01169	ял	0.00081	ящ	0.00012
ю	0.00294	юм	0.00005	яа	0.00000	ям	0.00032	яь	0.00000
юб	0.00030	юн	0.00004	яб	0.00001	ян	0.00058	яю	0.00009
юв	0.00001	юп	0.00000	яв	0.00024	яо	0.00000	яя	0.000
юг	0.00000	юр	0.00005	яг	0.00007	яп	0.00005		

Таблиця частот біграм з перетинами у тексті без пробілів:

аа	0.00026	аь	0.00000	бш	0.00001	ву	0.00075	гп	0.00014
аб	0.00106	аэ	0.00028	бщ	0.00016	вф	0.00001	гр	0.00057
ав	0.00449	аю	0.00085	бы	0.00366	вх	0.00009	гс	0.00012
ат	0.00093	ая	0.00252	бь	0.00018	вц	0.00003	гт	0.00004
ад	0.00260	ба	0.00062	бэ	0.00009	вч	0.00033	гу	0.00048
ае	0.00165	бб	0.00000	бю	0.00001	вш	0.00064	гф	0.00000
аж	0.00175	бв	0.00007	бя	0.00063	вщ	0.00000	гх	0.00001
аз	0.00375	бг	0.00000	ва	0.00591	вы	0.00265	гц	0.00000
аи	0.00138	бд	0.00002	вб	0.00018	вь	0.00016	гч	0.00005
ай	0.00088	бе	0.00211	вв	0.00039	вэ	0.00026	гш	0.00000
ак	0.00633	бж	0.00000	вг	0.00023	вю	0.00000	гь	0.00000
ал	0.00725	бз	0.00001	вд	0.00110	вя	0.00022	гэ	0.00001
ам	0.00397	би	0.00082	ве	0.00509	га	0.00099	гю	0.00000
ан	0.00472	бк	0.00014	вж	0.00004	гб	0.00002	гя	0.00001
ао	0.00113	бл	0.00068	вз	0.00065	гв	0.00012	да	0.00511
ап	0.00236	бм	0.00004	ви	0.00332	гг	0.00002	дб	0.00005
ар	0.00212	бн	0.00027	вй	0.00000	гд	0.00114	дв	0.00097
ас	0.00635	бо	0.00198	вк	0.00053	ге	0.00019	дг	0.00002
ат	0.00524	бп	0.00001	вл	0.00059	гж	0.00001	дд	0.00010
ау	0.00052	бр	0.00114	vm	0.00021	гз	0.00005	де	0.00418
аф	0.00008	бс	0.00021	вн	0.00203	ги	0.00056	дж	0.00002
ах	0.00104	бт	0.00002	во	0.00645	гк	0.00010	дз	0.00005
ац	0.00007	бу	0.00129	вп	0.00091	гл	0.00146	ди	0.00234
ач	0.00157	бх	0.00005	вр	0.00068	гм	0.00006	дй	0.00000
аш	0.00096	бц	0.00000	вс	0.00423	гн	0.00036	дк	0.00028
ащ	0.00025	бч	0.00004	вт	0.00070	го	0.00757	дл	0.00059

дм 0.00009	ец 0.00035	зе 0.00020	ип 0.00194	йэ 0.00008
дн 0.00191	еч 0.00171	зж 0.00005	ир 0.00128	йю 0.00001
до 0.00364	еш 0.00107	зз 0.00005	ис 0.00368	йя 0.00006
дп 0.00015	ещ 0.00094	зи 0.00037	ит 0.00506	ка 0.00679
др 0.00186	еы 0.00000	зй 0.00000	иу 0.00051	кб 0.00051
дс 0.00035	еэ 0.00038	зк 0.00020	иф 0.00006	кв 0.00066
дт 0.00030	ею 0.00023	зл 0.00025	их 0.00183	кг 0.00008
ду 0.00196	ея 0.00044	зм 0.00025	иц 0.00084	кд 0.00022
дф 0.00000	жа 0.00121	зн 0.00186	ич 0.00203	ке 0.00045
дх 0.00005	жб 0.00005	зо 0.00054	иш 0.00067	кж 0.00012
дц 0.00026	жв 0.00005	зп 0.00015	ищ 0.00013	кз 0.00009
дч 0.00008	жг 0.00001	зр 0.00026	иы 0.00000	ки 0.00228
дш 0.00007	жд 0.00072	зс 0.00012	иь 0.00000	кй 0.00000
дщ 0.00000	же 0.00434	зт 0.00010	из 0.00020	кк 0.00022
ды 0.00042	жж 0.00001	зу 0.00064	ию 0.00030	кл 0.00058
дь 0.00107	жз 0.00001	зф 0.00000	ия 0.00133	км 0.00017
дэ 0.00002	жи 0.00130	зх 0.00001	йа 0.00008	кн 0.00099
дю 0.00001	жй 0.00000	зц 0.00001	йб 0.00020	ко 0.00877
дя 0.00043	жк 0.00018	зч 0.00005	йв 0.00047	кп 0.00032
еа 0.00023	жл 0.00003	зш 0.00001	йг 0.00020	кр 0.00158
еб 0.00215	жм 0.00002	зщ 0.00000	йд 0.00059	кс 0.00063
ев 0.00309	жн 0.00079	зы 0.00026	йе 0.00008	кт 0.00088
ег 0.00362	жо 0.00009	зь 0.00014	йж 0.00009	ку 0.00128
ед 0.00360	жп 0.00005	зэ 0.00002	йз 0.00013	кф 0.00001
ее 0.00208	жр 0.00002	зю 0.00000	йи 0.00050	кх 0.00007
еж 0.00097	жс 0.00006	зя 0.00042	йк 0.00044	кц 0.00001
ез 0.00184	жт 0.00005	иа 0.00027	йл 0.00029	кч 0.00019
ей 0.00133	жу 0.00027	иб 0.00137	йм 0.00031	кш 0.00002
ей 0.00209	жх 0.00000	ив 0.00421	йн 0.00081	кщ 0.00000
ек 0.00180	жц 0.00000	иг 0.00083	йо 0.00031	кэ 0.00009
ел 0.00579	жч 0.00002	ид 0.00256	йп 0.00061	кю 0.00000
ем 0.00500	жы 0.00000	ие 0.00201	йр 0.00029	кя 0.00010
ен 0.00786	жь 0.00005	иж 0.00038	йс 0.00103	ла 0.00568
ео 0.00140	жэ 0.00004	из 0.00207	йт 0.00067	лб 0.00024
еп 0.00320	жю 0.00000	ии 0.00144	йу 0.00013	лв 0.00063
ер 0.00638	жя 0.00003	ий 0.00094	йф 0.00003	лг 0.00025
ес 0.00620	за 0.00444	ик 0.00315	йх 0.00005	лд 0.00027
ет 0.00665	зб 0.00013	ил 0.00502	йц 0.00005	ле 0.00395
еу 0.00067	зв 0.00096	им 0.00296	йч 0.00048	лж 0.00033
еф 0.00005	зг 0.00037	ин 0.00471	йш 0.00023	лз 0.00017
ех 0.00077	зд 0.00076	ио 0.00138	йщ 0.00000	ли 0.00576

лк 0.00057	мф 0.00004	оа 0.00021	пн 0.00010	ры 0.00080
лл 0.00013	мх 0.00007	об 0.00464	по 0.00893	рь 0.00094
лм 0.00014	мц 0.00002	ов 0.01033	пп 0.00003	рэ 0.00001
лн 0.00085	мч 0.00033	ог 0.00445	пр 0.00657	рю 0.00020
ло 0.00617	мш 0.00004	од 0.00588	пс 0.00003	ря 0.00097
лп 0.00059	мщ 0.00000	ое 0.00235	пт 0.00007	са 0.00172
лр 0.00037	мы 0.00080	ож 0.00254	пу 0.00074	сб 0.00022
лс 0.00196	мь 0.00008	оз 0.00149	пх 0.00000	св 0.00162
лт 0.00038	мэ 0.00010	ои 0.00191	пц 0.00001	ст 0.00008
лу 0.00156	мю 0.00000	ой 0.00277	пч 0.00002	сд 0.00039
лф 0.00002	мя 0.00046	ок 0.00254	пш 0.00001	се 0.00446
лх 0.00003	на 0.00992	ол 0.00604	пы 0.00022	сж 0.00022
лц 0.00000	нб 0.00022	ом 0.00590	пь 0.00015	сз 0.00008
лч 0.00055	нв 0.00052	он 0.00851	пю 0.00000	си 0.00153
лш 0.00002	нг 0.00009	оо 0.00190	пя 0.00063	сй 0.00000
лщ 0.00000	нд 0.00043	оп 0.00349	ра 0.00732	ск 0.00363
лы 0.00060	не 0.01006	ор 0.00543	рб 0.00014	сл 0.00270
ль 0.00458	нж 0.00002	ос 0.00770	рв 0.00047	см 0.00125
лэ 0.00009	нз 0.00013	от 0.00801	рг 0.00016	сн 0.00128
лю 0.00073	ни 0.00767	оу 0.00080	рд 0.00032	со 0.00287
ля 0.00134	нк 0.00044	оф 0.00022	ре 0.00508	сп 0.00202
ма 0.00296	нл 0.00005	ох 0.00066	рж 0.00023	ср 0.00022
мб 0.00024	нм 0.00011	оц 0.00012	рз 0.00006	сс 0.00089
мв 0.00069	нн 0.00273	оч 0.00318	ри 0.00521	ст 0.00981
мг 0.00024	но 0.00976	ош 0.00104	рй 0.00000	су 0.00084
мд 0.00040	нп 0.00047	ощ 0.00023	рк 0.00022	сф 0.00001
ме 0.00397	нр 0.00025	оэ 0.00036	рл 0.00007	сх 0.00022
мж 0.00014	нс 0.00071	ою 0.00058	рм 0.00028	сц 0.00006
мэ 0.00020	нт 0.00056	оя 0.00109	рн 0.00069	сч 0.00045
ми 0.00316	ну 0.00291	па 0.00078	ро 0.00704	сш 0.00009
мй 0.00000	нф 0.00004	пб 0.00001	рп 0.00025	сщ 0.00000
мк 0.00038	нх 0.00004	пв 0.00000	рр 0.00004	сы 0.00019
мл 0.00018	нц 0.00017	пг 0.00000	рс 0.00016	сь 0.00304
мм 0.00022	нч 0.00031	пд 0.00000	рт 0.00070	сэ 0.00006
мн 0.00222	нш 0.00002	пе 0.00285	ру 0.00251	сю 0.00025
мо 0.00418	нщ 0.00008	пж 0.00000	рф 0.00029	ся 0.00355
мп 0.00080	ны 0.00242	пз 0.00000	рх 0.00006	та 0.00596
мр 0.00028	нь 0.00118	пи 0.00078	рц 0.00002	тб 0.00035
мс 0.00088	нэ 0.00004	пк 0.00008	рч 0.00009	тв 0.00263
мт 0.00043	ню 0.00021	пл 0.00061	рш 0.00021	тг 0.00011
му 0.00235	ня 0.00180	пм 0.00000	рщ 0.00001	тд 0.00037

те	0.00591	уп	0.00123	хз	0.00007	цх	0.00000	ши	0.00133
тж	0.00011	ур	0.00057	хи	0.00073	цч	0.00003	шй	0.00000
тз	0.00013	ус	0.00153	хк	0.00014	цш	0.00000	шк	0.00044
ти	0.00364	ут	0.00192	хл	0.00020	цы	0.00015	шл	0.00052
тй	0.00000	уу	0.00013	хм	0.00015	цэ	0.00001	шм	0.00001
тк	0.00061	уф	0.00003	хн	0.00036	цю	0.00000	шн	0.00040
тл	0.00026	ух	0.00045	хо	0.00237	ця	0.00001	шо	0.00018
тм	0.00022	уц	0.00001	хп	0.00033	ча	0.00267	шп	0.00001
тн	0.00159	уч	0.00118	хр	0.00015	чб	0.00002	шр	0.00001
то	0.01496	уш	0.00058	хс	0.00028	чв	0.00006	шс	0.00001
тп	0.00053	ущ	0.00028	хт	0.00017	чг	0.00001	шт	0.00005
тр	0.00318	уэ	0.00009	ху	0.00022	чд	0.00002	шу	0.00020
тс	0.00152	ую	0.00072	хф	0.00001	че	0.00384	шф	0.00000
тт	0.00039	уя	0.00020	хх	0.00001	чж	0.00000	шц	0.00000
ту	0.00176	фа	0.00022	хц	0.00001	чз	0.00001	шч	0.00000
тф	0.00001	фб	0.00000	хч	0.00008	чи	0.00155	шш	0.00000
тх	0.00005	фв	0.00000	хш	0.00003	чк	0.00053	шь	0.00062
тц	0.00007	фд	0.00000	хщ	0.00000	чл	0.00002	шю	0.00000
тч	0.00058	фе	0.00005	хэ	0.00005	чм	0.00001	шы	0.00000
тш	0.00003	фи	0.00029	хю	0.00000	чн	0.00087	ща	0.00036
тщ	0.00003	фк	0.00000	хя	0.00003	чо	0.00011	шб	0.00000
ты	0.00137	фл	0.00001	ца	0.00051	чп	0.00005	щг	0.00000
ть	0.00678	фм	0.00001	цб	0.00001	чр	0.00011	щд	0.00000
тэ	0.00011	фо	0.00010	цв	0.00006	чс	0.00003	ще	0.00134
тю	0.00008	фп	0.00001	цг	0.00002	чт	0.00413	щи	0.00052
тя	0.00048	фр	0.00006	цд	0.00001	чу	0.00067	щл	0.00000
уа	0.00019	фс	0.00000	це	0.00074	чх	0.00001	щн	0.00005
уб	0.00088	фт	0.00001	цж	0.00000	чч	0.00001	щр	0.00000
ув	0.00131	фу	0.00010	цз	0.00001	чш	0.00014	щу	0.00015
уг	0.00153	фф	0.00001	ци	0.00014	чы	0.00000	щч	0.00000
уд	0.00226	фч	0.00000	цк	0.00003	чь	0.00024	щъ	0.00004
уе	0.00029	фш	0.00000	цл	0.00000	чэ	0.00000	ья	0.00005
уж	0.00185	фы	0.00002	цм	0.00001	чя	0.00001	yb	0.00032
уз	0.00038	фъ	0.00010	цн	0.00003	ша	0.00089	yb	0.00119
уи	0.00055	ха	0.00044	цо	0.00022	шб	0.00000	yg	0.00018
уй	0.00022	хб	0.00011	цп	0.00005	шв	0.00001	yd	0.00038
ук	0.00095	хв	0.00042	цр	0.00001	шг	0.00000	ye	0.00081
ул	0.00152	хг	0.00006	цс	0.00003	шд	0.00000	yj	0.00006
ум	0.00186	хд	0.00018	цт	0.00003	ше	0.00215	yz	0.00018
ун	0.00128	хе	0.00037	цу	0.00019	шж	0.00000	yi	0.00039
уо	0.00039	хж	0.00004	цф	0.00000	шз	0.00000	yy	0.00121

ЫК 0.00033	ЬЭ 0.00043	ЭИ 0.00000	ЮЛ 0.00005	ЯИ 0.00096
ЫЛ 0.00191	ЬИ 0.00117	ЭЙ 0.00001	ЮМ 0.00016	ЯЙ 0.00009
ЫМ 0.00106	ЬЙ 0.00000	ЭК 0.00004	ЮН 0.00027	ЯК 0.00067
ЫН 0.00061	ЬК 0.00193	ЭЛ 0.00000	ЮО 0.00017	ЯЛ 0.00096
ЫО 0.00026	ЬЛ 0.00018	ЭМ 0.00000	ЮП 0.00029	ЯМ 0.00064
ЫП 0.00044	ЬМ 0.00070	ЭН 0.00002	ЮР 0.00015	ЯН 0.00183
ЫР 0.00029	ЬН 0.00338	ЭП 0.00001	ЮС 0.00047	ЯО 0.00071
ЫС 0.00101	ЬО 0.00079	ЭР 0.00000	ЮТ 0.00049	ЯП 0.00109
ЫТ 0.00103	ЬП 0.00110	ЭС 0.00001	ЮУ 0.00007	ЯР 0.00045
ЫУ 0.00013	ЬР 0.00026	ЭТ 0.00272	ЮФ 0.00002	ЯС 0.00172
ЫФ 0.00000	ЬС 0.00180	ЭФ 0.00001	ЮХ 0.00003	ЯТ 0.00234
ЫХ 0.00080	ЬТ 0.00089	ЭХ 0.00004	ЮЦ 0.00001	ЯУ 0.00029
ЫЦ 0.00001	ЬУ 0.00026	ЭЧ 0.00000	ЮЧ 0.00024	ЯФ 0.00003
ЫЧ 0.00029	ЬФ 0.00004	ЭЭ 0.00001	ЮШ 0.00007	ЯХ 0.00029
ЫШ 0.00046	ЬХ 0.00026	ЭЮ 0.00000	ЮЩ 0.00017	ЯЦ 0.00009
ЫЩ 0.00001	ЬЦ 0.00009	ЮА 0.00007	ЮЭ 0.00004	ЯЧ 0.00055
ЫЭ 0.00009	ЬЧ 0.00067	ЮБ 0.00037	ЮЮ 0.00004	ЯШ 0.00006
ЫЮ 0.00000	ЬШ 0.00034	ЮВ 0.00025	ЮЯ 0.00005	ЯЩ 0.00012
ЫЯ 0.00005	ЬЩ 0.00003	ЮГ 0.00006	ЯА 0.00030	ЯЬ 0.00000
Ьа 0.00024	Ьь 0.00000	ЮД 0.00043	ЯБ 0.00038	ЯЭ 0.00016
Ьб 0.00043	Ьэ 0.00020	Юе 0.00005	ЯВ 0.00151	ЯЮ 0.00009
Ьв 0.00122	Ью 0.00031	Юж 0.00007	ЯГ 0.00026	Яя 0.00022
Ьг 0.00028	Ья 0.00092	Юз 0.00008	Яд 0.00107	
Ьд 0.00053	Эв 0.00001	Юи 0.00024	Яе 0.00038	
Ье 0.00083	Эт 0.00001	Юй 0.00000	Яж 0.00025	
Ьж 0.00010	Эд 0.00001	Юк 0.00022	Яз 0.00049	

Таблиця частот біграм без перетинів у тексті з пробілами:

а 0.00248	л 0.00233	ц 0.00027	ав 0.00279	ан 0.00312
б 0.00686	м 0.00577	ч 0.00644	аг 0.00064	ао 0.00002
в 0.01672	н 0.01577	ш 0.00065	ад 0.00183	ап 0.00078
г 0.00309	о 0.01151	щ 0.00007	ае 0.00117	ар 0.00167
д 0.00816	п 0.01573	ь 0.00000	аж 0.00159	ас 0.00471
е 0.00412	р 0.00491	э 0.00277	аз 0.00330	ат 0.00417
ж 0.00225	с 0.01564	ю 0.00005	аи 0.00011	ау 0.00006
з 0.00438	т 0.00873	я 0.00268	ай 0.00087	аф 0.00004
и 0.01146	у 0.00450	а 0.01708	ак 0.00545	ах 0.00093
й 0.00001	ф 0.00039	аа 0.00003	ал 0.00702	ац 0.00004
к 0.00807	х 0.00149	аб 0.00047	ам 0.00334	ач 0.00090

аш 0.00091	вн 0.00147	де 0.00404	ес 0.00437	эй 0.00000
ащ 0.00026	во 0.00612	дж 0.00001	ет 0.00565	зк 0.00011
аэ 0.00000	вп 0.00037	дз 0.00001	еу 0.00017	зл 0.00024
аю 0.00085	вр 0.00053	ди 0.00216	еф 0.00001	зм 0.00017
ая 0.00223	вс 0.00354	дк 0.00021	ех 0.00050	зн 0.00171
б 0.00042	вт 0.00027	дл 0.00058	ец 0.00030	зо 0.00049
ба 0.00065	ву 0.00061	дм 0.00007	еч 0.00110	зп 0.00002
бв 0.00005	вх 0.00006	дн 0.00182	еш 0.00099	зр 0.00023
бд 0.00003	вц 0.00001	до 0.00356	ещ 0.00092	зс 0.00002
бе 0.00214	вч 0.00020	дп 0.00009	еы 0.00000	зт 0.00001
бж 0.00000	вш 0.00059	др 0.00181	ею 0.00022	зу 0.00057
би 0.00075	вщ 0.00000	дс 0.00023	ея 0.00020	зч 0.00001
бк 0.00013	вы 0.00270	дт 0.00024	ж 0.00075	зш 0.00001
бл 0.00065	вь 0.00015	ду 0.00196	жа 0.00123	зы 0.00024
бм 0.00004	вя 0.00017	дх 0.00005	жб 0.00003	зь 0.00013
бн 0.00025	г 0.00098	дц 0.00025	жг 0.00000	зя 0.00040
бо 0.00191	га 0.00099	дч 0.00005	жд 0.00070	и 0.01737
бр 0.00120	гв 0.00001	дш 0.00007	же 0.00424	иа 0.00006
бс 0.00019	гг 0.00000	дщ 0.00000	жж 0.00001	иб 0.00064
бт 0.00000	гд 0.00107	ды 0.00042	жи 0.00125	ив 0.00239
бу 0.00121	ге 0.00018	дь 0.00109	жк 0.00011	иг 0.00049
бх 0.00005	гж 0.00000	дю 0.00001	жл 0.00002	ид 0.00173
бц 0.00000	гз 0.00000	дя 0.00041	жм 0.00000	ие 0.00171
бч 0.00002	ги 0.00048	е 0.01876	жн 0.00073	иж 0.00020
бш 0.00001	гк 0.00005	еа 0.00001	жо 0.00002	из 0.00162
бщ 0.00016	гл 0.00148	еб 0.00127	жр 0.00001	ии 0.00053
бы 0.00369	гм 0.00004	ев 0.00101	жс 0.00001	ий 0.00101
бь 0.00018	гн 0.00029	ег 0.00326	жт 0.00001	ик 0.00231
бю 0.00001	го 0.00746	ед 0.00268	жу 0.00028	ил 0.00474
бя 0.00060	гр 0.00052	ее 0.00175	жь 0.00005	им 0.00248
в 0.00549	гс 0.00002	еж 0.00073	жю 0.00000	ин 0.00304
ва 0.00584	гт 0.00002	ез 0.00117	з 0.00116	ио 0.00021
вв 0.00004	гу 0.00044	еи 0.00011	за 0.00438	ип 0.00022
вг 0.00001	гч 0.00005	ей 0.00209	зб 0.00012	ир 0.00082
вд 0.00077	гь 0.00000	ек 0.00114	зв 0.00087	ис 0.00183
ве 0.00497	д 0.00088	ел 0.00549	зг 0.00035	ит 0.00417
вз 0.00058	да 0.00501	ем 0.00411	зд 0.00068	иу 0.00001
ви 0.00314	дб 0.00002	ен 0.00632	зе 0.00018	иф 0.00001
вк 0.00012	дв 0.00091	ео 0.00022	зж 0.00005	их 0.00165
вл 0.00049	дг 0.00001	еп 0.00117	зз 0.00002	иц 0.00081
vm 0.00011	дд 0.00006	ер 0.00588	зи 0.00035	ич 0.00148

иш	0.00061	ко	0.00848	мд	0.00000	нч	0.00017	пи	0.00075
ищ	0.00012	кп	0.00000	ме	0.00381	нш	0.00000	пк	0.00008
иь	0.00000	кр	0.00141	ми	0.00256	нщ	0.00009	пл	0.00057
ию	0.00029	кс	0.00021	мк	0.00007	ны	0.00234	пн	0.00011
ия	0.00107	кт	0.00063	мл	0.00007	нь	0.00119	по	0.00905
й	0.00596	ку	0.00112	мм	0.00003	нью	0.00021	пп	0.00003
йа	0.00000	кх	0.00003	мн	0.00161	ня	0.00176	пр	0.00655
йб	0.00003	кц	0.00000	мо	0.00363	о	0.02346	пс	0.00002
йг	0.00000	кш	0.00001	мп	0.00004	оа	0.00001	пт	0.00007
йд	0.00026	л	0.00701	мр	0.00007	об	0.00333	пу	0.00072
йе	0.00000	ла	0.00555	мс	0.00010	ов	0.00769	пц	0.00001
йз	0.00000	лб	0.00002	мт	0.00016	ог	0.00408	пч	0.00002
йи	0.00000	лв	0.00001	му	0.00214	од	0.00483	пш	0.00002
йк	0.00013	лг	0.00012	мф	0.00001	ое	0.00170	пы	0.00022
йл	0.00021	лд	0.00002	мц	0.00000	ож	0.00213	пь	0.00015
йм	0.00004	ле	0.00367	мч	0.00004	оз	0.00093	пю	0.00000
йн	0.00033	лж	0.00031	мш	0.00000	ои	0.00064	пя	0.00063
йо	0.00001	лз	0.00001	мы	0.00082	ой	0.00268	р	0.00069
йп	0.00000	ли	0.00522	мь	0.00007	ок	0.00155	ра	0.00736
йс	0.00039	лк	0.00029	мя	0.00031	ол	0.00561	рб	0.00012
йт	0.00045	лл	0.00005	н	0.00423	ом	0.00508	рв	0.00040
йф	0.00000	лм	0.00001	на	0.00989	он	0.00638	рг	0.00015
йх	0.00000	лн	0.00024	нб	0.00001	оо	0.00025	рд	0.00031
йц	0.00003	ло	0.00526	нв	0.00001	оп	0.00134	ре	0.00508
йч	0.00017	лп	0.00006	нг	0.00002	ор	0.00474	рж	0.00023
йш	0.00020	лр	0.00000	нд	0.00029	ос	0.00554	рз	0.00005
йщ	0.00000	лс	0.00138	не	0.01007	от	0.00671	ри	0.00516
к	0.00469	лт	0.00013	нж	0.00000	оу	0.00010	рк	0.00020
ка	0.00671	лу	0.00147	нз	0.00001	оф	0.00017	рл	0.00006
кб	0.00000	лф	0.00000	ни	0.00733	ох	0.00047	рм	0.00026
кв	0.00023	лч	0.00021	нк	0.00025	оц	0.00008	рн	0.00063
кд	0.00001	лш	0.00000	нм	0.00000	оч	0.00218	ро	0.00705
ке	0.00033	лщ	0.00000	нн	0.00236	ош	0.00098	рп	0.00009
кж	0.00001	лы	0.00059	но	0.00944	ощ	0.00022	рр	0.00002
кз	0.00000	ль	0.00466	нр	0.00006	оз	0.00000	рс	0.00012
ки	0.00189	лю	0.00075	нс	0.00025	ою	0.00055	рт	0.00066
кй	0.00000	ля	0.00119	нт	0.00037	оя	0.00057	ру	0.00246
кк	0.00001	м	0.00731	ну	0.00270	п	0.00004	рф	0.00030
кл	0.00053	ма	0.00282	нф	0.00004	па	0.00082	рх	0.00006
км	0.00001	мб	0.00001	нх	0.00000	пг	0.00000	рц	0.00002
кн	0.00050	мг	0.00006	нц	0.00018	пе	0.00286	рч	0.00006

рш	0.00022	те	0.00582	уп	0.00063	хм	0.00007	шз	0.00000
рщ	0.00002	тж	0.00000	ур	0.00041	хн	0.00016	ши	0.00137
ры	0.00081	тз	0.00001	ус	0.00102	хо	0.00220	шк	0.00045
рь	0.00092	ти	0.00314	ут	0.00156	хр	0.00008	шл	0.00052
рю	0.00024	тй	0.00000	уу	0.00001	хс	0.00001	шм	0.00001
ря	0.00093	тк	0.00035	уф	0.00002	хт	0.00006	шн	0.00038
с	0.00359	тл	0.00022	ух	0.00040	ху	0.00015	шо	0.00017
са	0.00171	тм	0.00003	уц	0.00000	хш	0.00001	шп	0.00000
сб	0.00009	тн	0.00109	уч	0.00075	ц	0.00039	шс	0.00000
св	0.00137	то	0.01466	уш	0.00055	ца	0.00052	шт	0.00004
ст	0.00003	тп	0.00007	ущ	0.00027	цв	0.00002	шу	0.00018
сд	0.00019	тр	0.00297	уз	0.00000	це	0.00076	шч	0.00000
се	0.00440	тс	0.00105	ую	0.00071	ци	0.00011	шш	0.00000
сж	0.00003	тт	0.00008	уя	0.00005	цк	0.00002	шь	0.00060
сз	0.00001	ту	0.00157	ф	0.00002	цл	0.00000	шю	0.00000
си	0.00131	тх	0.00002	фа	0.00022	цо	0.00021	щ	0.00001
ск	0.00341	тц	0.00005	фе	0.00006	цр	0.00000	ща	0.00034
сл	0.00255	тч	0.00034	фи	0.00028	цт	0.00000	ще	0.00136
см	0.00110	тш	0.00001	фк	0.00000	цу	0.00019	щи	0.00049
сн	0.00088	тщ	0.00003	фл	0.00001	цы	0.00014	щл	0.00000
со	0.00261	ты	0.00145	фм	0.00001	ч	0.00047	щн	0.00004
сп	0.00173	ть	0.00683	фо	0.00011	ча	0.00269	щр	0.00000
ср	0.00014	тэ	0.00001	фп	0.00000	че	0.00382	щу	0.00014
сс	0.00058	тю	0.00008	фр	0.00007	чз	0.00000	щь	0.00003
ст	0.00969	тя	0.00037	фс	0.00000	чи	0.00153	ы	0.00426
су	0.00067	у	0.00677	фт	0.00001	чк	0.00053	ыб	0.00014
сф	0.00000	уа	0.00003	фу	0.00009	чл	0.00001	ыв	0.00078
сх	0.00020	уб	0.00073	фф	0.00001	чм	0.00000	ыг	0.00011
сц	0.00005	ув	0.00065	фч	0.00000	чн	0.00086	ыд	0.00016
сч	0.00038	уг	0.00148	фш	0.00000	чо	0.00009	ые	0.00072
сш	0.00006	уд	0.00198	фы	0.00002	чр	0.00008	ыж	0.00002
сы	0.00019	уе	0.00018	фь	0.00009	чт	0.00408	ыз	0.00004
сь	0.00309	уж	0.00170	х	0.00266	чу	0.00063	ыи	0.00001
сю	0.00021	уз	0.00022	ха	0.00040	чч	0.00000	ый	0.00123
ся	0.00355	уи	0.00001	хв	0.00017	чш	0.00015	ык	0.00017
т	0.00577	уй	0.00023	хе	0.00037	чы	0.00000	ыл	0.00182
та	0.00573	ук	0.00066	хж	0.00000	чь	0.00023	ым	0.00081
тб	0.00001	ул	0.00143	хз	0.00001	ш	0.00007	ын	0.00019
тв	0.00204	ум	0.00162	хи	0.00048	ша	0.00088	ып	0.00011
тг	0.00001	ун	0.00052	хк	0.00000	ше	0.00219	ыр	0.00015
тд	0.00009	уо	0.00000	хл	0.00013	шж	0.00000	ыс	0.00064

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

Таблиця частот біграм без перетинів у тексті без пробілів:

аа	0.00025	ас	0.00639	бж	0.00001	бы	0.00371	вм	0.00021
аб	0.00106	ат	0.00515	бз	0.00001	бь	0.00018	вн	0.00201
ав	0.00449	ау	0.00053	би	0.00082	бэ	0.00012	во	0.00649
аг	0.00092	аф	0.00007	бк	0.00016	бю	0.00001	вп	0.00096
ад	0.00256	ах	0.00103	бл	0.00068	бя	0.00064	вр	0.00071
ае	0.00167	ац	0.00007	бм	0.00004	ва	0.00600	вс	0.00418
аж	0.00176	ач	0.00159	бн	0.00031	вб	0.00019	вт	0.00070
аз	0.00378	аш	0.00098	бо	0.00204	вв	0.00040	ву	0.00073
аи	0.00138	аш	0.00026	бп	0.00001	вг	0.00021	вф	0.00001
ай	0.00084	аз	0.00028	бр	0.00113	вд	0.00105	вх	0.00008
ак	0.00644	аю	0.00092	бс	0.00024	ве	0.00507	вц	0.00003
ал	0.00721	ая	0.00253	бт	0.00003	вж	0.00003	вч	0.00038
ам	0.00406	ба	0.00063	бу	0.00130	вз	0.00062	вш	0.00065
ан	0.00473	бб	0.00000	бх	0.00004	ви	0.00331	вщ	0.00001
ао	0.00113	бв	0.00007	бч	0.00003	вй	0.00000	вы	0.00260
ап	0.00233	бд	0.00002	бш	0.00001	вк	0.00056	вь	0.00015
ар	0.00214	бе	0.00205	бщ	0.00015	вл	0.00064	вэ	0.00027

вю 0.00001	дм 0.00009	ец 0.00036	зи 0.00039	ит 0.00488
вя 0.00022	дн 0.00189	еч 0.00168	зй 0.00000	иу 0.00050
га 0.00098	до 0.00374	еш 0.00105	зк 0.00021	иф 0.00006
гб 0.00003	дп 0.00015	ещ 0.00095	зл 0.00026	их 0.00183
гв 0.00012	др 0.00185	еы 0.00000	зм 0.00028	иц 0.00081
гг 0.00002	дс 0.00037	ез 0.00036	зн 0.00191	ич 0.00202
гд 0.00114	дт 0.00029	ею 0.00022	зо 0.00058	иш 0.00063
ге 0.00021	ду 0.00202	ея 0.00045	зп 0.00015	ищ 0.00015
гж 0.00001	дф 0.00000	жа 0.00123	зр 0.00026	иы 0.00000
гз 0.00006	дх 0.00006	жб 0.00004	зс 0.00013	из 0.00019
ги 0.00058	дц 0.00026	жв 0.00005	зт 0.00010	ию 0.00034
гк 0.00009	дч 0.00008	жг 0.00001	зу 0.00059	ия 0.00134
гл 0.00146	дш 0.00007	жд 0.00070	зф 0.00000	йа 0.00009
гм 0.00006	дщ 0.00000	же 0.00434	зх 0.00001	йб 0.00020
гн 0.00033	ды 0.00042	жж 0.00001	зц 0.00001	йв 0.00046
го 0.00756	дь 0.00107	жз 0.00002	зч 0.00004	йг 0.00021
гп 0.00014	дэ 0.00001	жи 0.00131	зш 0.00002	йд 0.00061
гр 0.00054	дю 0.00001	жй 0.00000	зщ 0.00000	йе 0.00008
гс 0.00014	дя 0.00046	жк 0.00018	зы 0.00025	йж 0.00009
гт 0.00003	еа 0.00024	жл 0.00002	зь 0.00015	йз 0.00011
гу 0.00048	еб 0.00210	жм 0.00002	зэ 0.00002	йи 0.00051
гф 0.00001	ев 0.00311	жн 0.00073	зю 0.00000	йк 0.00046
гх 0.00000	ег 0.00364	жо 0.00010	зя 0.00044	йл 0.00029
гц 0.00000	ед 0.00356	жп 0.00006	иа 0.00023	йм 0.00033
гч 0.00006	ее 0.00203	жр 0.00002	иб 0.00137	йн 0.00083
гш 0.00000	еж 0.00101	жс 0.00005	ив 0.00413	йо 0.00030
гэ 0.00001	ез 0.00181	жт 0.00005	иг 0.00082	ип 0.00063
гю 0.00000	ей 0.00129	жу 0.00028	ид 0.00266	йр 0.00028
гя 0.00001	ей 0.00210	жх 0.00000	ие 0.00206	йс 0.00107
да 0.00502	ек 0.00191	жч 0.00002	иж 0.00038	йт 0.00070
дб 0.00006	ел 0.00584	жь 0.00006	из 0.00207	йу 0.00011
дв 0.00099	ем 0.00502	жэ 0.00005	ии 0.00144	йф 0.00004
дг 0.00002	ен 0.00788	жя 0.00002	ий 0.00086	йх 0.00005
дд 0.00012	ео 0.00144	за 0.00441	ик 0.00318	йц 0.00006
де 0.00410	еп 0.00323	зб 0.00011	ил 0.00495	йч 0.00048
дж 0.00003	ер 0.00652	зв 0.00093	им 0.00296	йш 0.00023
дз 0.00004	ес 0.00622	зг 0.00037	ин 0.00477	йщ 0.00000
ди 0.00238	ет 0.00662	зд 0.00073	ио 0.00138	йэ 0.00007
дй 0.00000	еу 0.00067	зе 0.00018	ип 0.00192	йю 0.00001
дк 0.00029	еф 0.00004	зж 0.00007	ир 0.00129	йя 0.00006
дл 0.00060	ех 0.00073	зз 0.00005	ис 0.00370	ка 0.00671

кб	0.00051	ло	0.00623	мщ	0.00000	ое	0.00229	пч	0.00002
кв	0.00063	лп	0.00057	мы	0.00079	ож	0.00245	пш	0.00002
кг	0.00007	лр	0.00039	мь	0.00008	оз	0.00153	пы	0.00021
кд	0.00022	лс	0.00200	мэ	0.00011	ои	0.00192	пъ	0.00017
ке	0.00044	лт	0.00038	мю	0.00001	ой	0.00270	пя	0.00066
кж	0.00010	лу	0.00155	мя	0.00045	ок	0.00259	ра	0.00725
кз	0.00008	лф	0.00002	на	0.00990	ол	0.00594	рб	0.00014
ки	0.00229	лх	0.00004	нб	0.00022	ом	0.00587	рв	0.00045
кй	0.00000	лц	0.00001	нв	0.00054	он	0.00844	рг	0.00014
кк	0.00023	лч	0.00056	нг	0.00008	оо	0.00187	рд	0.00031
кл	0.00058	лш	0.00002	нд	0.00046	оп	0.00343	ре	0.00502
км	0.00016	лщ	0.00001	не	0.01018	ор	0.00547	рж	0.00020
кн	0.00089	лы	0.00061	нж	0.00002	ос	0.00762	рз	0.00005
ко	0.00873	ль	0.00463	нз	0.00013	от	0.00800	ри	0.00523
кп	0.00031	лэ	0.00008	ни	0.00774	оу	0.00078	рй	0.00000
кр	0.00161	лю	0.00071	нк	0.00044	оф	0.00022	рк	0.00019
кс	0.00059	ля	0.00134	нл	0.00005	ох	0.00064	рл	0.00008
кт	0.00088	ма	0.00294	нм	0.00012	оц	0.00011	рм	0.00028
ку	0.00115	мб	0.00024	нн	0.00266	оч	0.00308	рн	0.00070
кф	0.00000	мв	0.00071	но	0.01000	ош	0.00107	ро	0.00716
кх	0.00008	мг	0.00024	нп	0.00047	ощ	0.00023	рп	0.00027
кц	0.00002	мд	0.00042	нр	0.00023	оэ	0.00037	рр	0.00004
кч	0.00021	ме	0.00388	нс	0.00074	ою	0.00056	рс	0.00017
кш	0.00002	мж	0.00014	нт	0.00053	оя	0.00108	рт	0.00070
кщ	0.00001	мз	0.00021	ну	0.00294	па	0.00075	ру	0.00246
кэ	0.00010	ми	0.00309	нф	0.00004	пб	0.00001	рф	0.00027
кю	0.00000	мк	0.00042	нх	0.00005	пг	0.00001	рх	0.00006
кя	0.00010	мл	0.00016	нц	0.00017	пд	0.00000	рц	0.00001
ла	0.00565	мм	0.00023	нч	0.00028	пе	0.00285	рч	0.00009
лб	0.00024	мн	0.00221	нш	0.00002	пи	0.00079	рш	0.00019
лв	0.00063	мо	0.00418	нщ	0.00007	пк	0.00006	рщ	0.00002
лг	0.00027	мп	0.00080	ны	0.00245	пл	0.00059	ры	0.00079
лд	0.00027	мр	0.00029	нъ	0.00119	пн	0.00010	рь	0.00090
ле	0.00393	мс	0.00088	нэ	0.00004	по	0.00909	рэ	0.00001
лж	0.00033	мт	0.00047	ню	0.00020	пп	0.00004	рю	0.00019
лз	0.00017	му	0.00231	ня	0.00181	пр	0.00658	ря	0.00097
ли	0.00584	мф	0.00004	оа	0.00022	пс	0.00003	са	0.00170
лк	0.00059	мх	0.00007	об	0.00455	пт	0.00006	сб	0.00021
лл	0.00012	мц	0.00001	ов	0.01040	пу	0.00073	св	0.00158
лм	0.00014	мч	0.00031	ог	0.00444	пх	0.00000	сг	0.00010
лн	0.00085	мш	0.00004	од	0.00574	пц	0.00001	сд	0.00042

се 0.00443	тр 0.00314	уэ 0.00011	хх 0.00001	чл 0.00003
сж 0.00022	тс 0.00155	ую 0.00080	хц 0.00001	чм 0.00001
сз 0.00008	тт 0.00041	уя 0.00021	хч 0.00007	чн 0.00088
си 0.00154	ту 0.00180	фа 0.00020	хш 0.00003	чо 0.00010
ск 0.00359	тф 0.00002	фб 0.00000	хэ 0.00006	чп 0.00005
сл 0.00269	тх 0.00006	фв 0.00000	хю 0.00000	чр 0.00011
см 0.00129	тц 0.00008	фд 0.00001	хя 0.00004	чс 0.00003
сн 0.00127	тч 0.00057	фе 0.00005	ца 0.00053	чт 0.00416
со 0.00283	тш 0.00003	фи 0.00031	цб 0.00000	чу 0.00065
сп 0.00203	тщ 0.00003	фк 0.00000	цв 0.00005	чх 0.00001
ср 0.00022	ты 0.00141	фл 0.00001	цг 0.00002	чч 0.00001
сс 0.00093	ть 0.00684	фм 0.00002	цд 0.00001	чш 0.00015
ст 0.00979	тэ 0.00013	фо 0.00008	це 0.00071	чы 0.00000
су 0.00083	тю 0.00009	фп 0.00001	цж 0.00000	чь 0.00026
сф 0.00001	тя 0.00045	фр 0.00006	цз 0.00001	чэ 0.00001
сх 0.00021	уа 0.00020	фс 0.00000	ци 0.00013	чя 0.00001
сц 0.00006	уб 0.00085	фт 0.00001	цк 0.00004	ша 0.00090
сч 0.00042	ув 0.00130	фу 0.00010	цл 0.00000	шб 0.00000
сш 0.00008	уг 0.00159	фф 0.00001	цм 0.00001	шв 0.00001
сщ 0.00000	уд 0.00227	фы 0.00002	цн 0.00003	шг 0.00000
сы 0.00021	уе 0.00032	фь 0.00011	цо 0.00021	шд 0.00000
сь 0.00297	уж 0.00194	ха 0.00046	цп 0.00005	ше 0.00221
сэ 0.00006	уз 0.00040	хб 0.00009	цр 0.00001	шз 0.00000
сю 0.00026	уи 0.00054	хв 0.00038	цс 0.00003	ши 0.00133
ся 0.00348	уй 0.00021	хг 0.00006	цт 0.00002	шк 0.00048
та 0.00606	ук 0.00095	хд 0.00018	цу 0.00020	шл 0.00049
тб 0.00037	ул 0.00151	хе 0.00036	цч 0.00003	шм 0.00001
тв 0.00266	ум 0.00190	хж 0.00005	цш 0.00000	шн 0.00034
тг 0.00010	ун 0.00126	хз 0.00007	цы 0.00017	шо 0.00018
тд 0.00038	уо 0.00035	хи 0.00069	цэ 0.00001	шп 0.00001
те 0.00593	уп 0.00120	хк 0.00014	цю 0.00000	шр 0.00000
тж 0.00011	ур 0.00060	хл 0.00020	ча 0.00270	шс 0.00001
тз 0.00014	ус 0.00154	хм 0.00016	чб 0.00002	шт 0.00005
ти 0.00363	ут 0.00190	хн 0.00035	чв 0.00006	шу 0.00020
тй 0.00000	уу 0.00015	хо 0.00246	чг 0.00001	шф 0.00000
тк 0.00064	уф 0.00004	хп 0.00030	чд 0.00002	шц 0.00000
тл 0.00029	ух 0.00046	хр 0.00015	че 0.00390	шч 0.00000
тм 0.00026	уц 0.00001	хс 0.00029	чж 0.00000	шш 0.00000
тн 0.00153	уч 0.00123	хт 0.00017	чз 0.00002	шь 0.00062
то 0.01501	уш 0.00059	ху 0.00024	чи 0.00161	шю 0.00000
тп 0.00051	ущ 0.00027	хф 0.00000	чк 0.00052	шы 0.00000

ща	0.00032	ыт	0.00104	ьу	0.00023	юб	0.00038	яб	0.00042
шб	0.00000	ьу	0.00010	ьф	0.00004	юв	0.00025	яв	0.00153
шг	0.00000	ыф	0.00001	ьх	0.00028	юг	0.00005	яг	0.00026
шд	0.00000	ых	0.00080	ьц	0.00011	юд	0.00044	яд	0.00101
ше	0.00137	ыч	0.00028	ьч	0.00064	юе	0.00004	яе	0.00039
ши	0.00053	ыш	0.00047	ьш	0.00033	юж	0.00006	яж	0.00026
шл	0.00000	ыщ	0.00001	ьщ	0.00004	юз	0.00008	яз	0.00046
шн	0.00005	ьэ	0.00010	ьь	0.00000	юи	0.00024	яи	0.00101
шр	0.00001	ью	0.00000	ьэ	0.00021	юй	0.00000	яй	0.00009
шу	0.00014	ья	0.00006	ью	0.00033	юк	0.00021	як	0.00063
шь	0.00004	ьа	0.00023	ья	0.00093	юл	0.00006	ял	0.00099
ьа	0.00006	ьб	0.00042	эв	0.00001	юм	0.00014	ям	0.00058
ьб	0.00031	ьв	0.00120	эг	0.00001	юн	0.00023	ян	0.00178
ьв	0.00116	ьг	0.00031	эд	0.00001	юо	0.00014	яо	0.00074
ьг	0.00017	ьд	0.00054	эи	0.00000	юп	0.00028	яп	0.00108
ьд	0.00038	ье	0.00083	эй	0.00001	юр	0.00014	яр	0.00045
ье	0.00081	ьж	0.00011	эк	0.00005	юс	0.00046	яс	0.00176
ьж	0.00005	ьз	0.00045	эл	0.00000	ют	0.00048	ят	0.00234
ьз	0.00017	ьи	0.00117	эм	0.00000	юу	0.00005	яу	0.00030
ьи	0.00040	ьй	0.00000	эн	0.00002	юф	0.00002	яф	0.00004
ьй	0.00127	ьк	0.00189	еп	0.00001	юх	0.00003	ях	0.00031
ьк	0.00037	ьл	0.00017	эр	0.00000	юц	0.00001	яц	0.00011
ьл	0.00185	ьм	0.00070	эс	0.00001	юч	0.00023	яч	0.00055
ьм	0.00102	ьн	0.00334	эт	0.00263	юш	0.00009	яш	0.00006
ьн	0.00060	ьо	0.00080	эф	0.00001	ющ	0.00015	ящ	0.00011
ьо	0.00025	ьп	0.00107	эх	0.00004	юэ	0.00004	яэ	0.00016
ьп	0.00043	ьр	0.00026	эч	0.00000	юю	0.00003	яю	0.00010
ьр	0.00029	ьс	0.00179	ээ	0.00001	юя	0.00006	яя	0.00022
ьс	0.00103	ьт	0.00089	юа	0.00005	яа	0.00026		

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

Значення ентропії $H^{(20)}$ знаходиться в проміжку $1,9899 < H^{(20)} < 2,7524$:

The screenshot shows a software interface for a laboratory experiment titled "Лабораторная работа №1". The interface is divided into several sections:

- Top Section:** Contains a text input field labeled "Произвольная часть текста:" with the value "ак_равностно_оправд" and a button "Использованные буквы:".
- Left Panel:** A list of "Порядок n-граммы:" (Order of n-grams) from 5 to 50 symbols. The "40 символов" option is selected.
- Center Section:** Includes a "Введенный символ:" field, a "Символ по счету:" field, and a "Номер эксперимента:" field with the value "51". Below these is a "Поле ввода символов:" (Symbol input field) and two buttons: "Продолжить" (Continue) and "Другой" (Other).
- Right Section:** Displays the "Неравенство для энтропии:" (Entropy inequality) as $1.98998596285877 < H < 2.75248768916895$. Below it is a "Двоичная таблица угаданных символов:" (Binary table of guessed symbols) showing a grid of 0s and 1s. To the right of the grid is a vertical scrollbar.
- Bottom Section:** A "Вероятности:" (Probabilities) list showing values for $q[1]$ through $q[32]$. The values are: $q[1] = 0.48$, $q[2] = 0.18$, $q[3] = 0.04$, $q[4] = 0.04$, $q[5] = 0.02$, $q[6] = 0.02$, $q[7] = 0$, $q[8] = 0$, $q[9] = 0.02$, $q[10] = 0.02$, $q[11] = 0$, $q[12] = 0$, $q[13] = 0.02$, $q[14] = 0$, $q[15] = 0$, $q[16] = 0.02$, $q[17] = 0$, $q[18] = 0$, $q[19] = 0$, $q[20] = 0.04$, $q[21] = 0.02$, $q[22] = 0$, $q[23] = 0$, $q[24] = 0$, $q[25] = 0.02$, $q[26] = 0$, $q[27] = 0$, $q[28] = 0$, $q[29] = 0.02$, $q[30] = 0.02$, $q[31] = 0.02$, and $q[32] = 0$.
- Bottom Bar:** A "Строка состояния:" (Status bar) at the very bottom.

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

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
o_v_этом_роде_относительно_че

Использованные буквы:

Порядок n-граммы:
 5 символов
 10 символов
 15 символов
 20 символов
 25 символов
 30 символов
 35 символов
 40 символов
 45 символов
 50 символов

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 52

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $1,17249988489048 < H < 1,84459630375829$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

q[1] = 0.62745098039
 q[2] = 0.19607843137
 q[3] = 0.01960784313
 q[4] = 0.01960784313
 q[5] = 0.01960784313
 q[6] = 0.01960784313
 q[7] = 0
 q[8] = 0.01960784313
 q[9] = 0
 q[10] = 0.0196078431
 q[11] = 0
 q[12] = 0
 q[13] = 0
 q[14] = 0
 q[15] = 0
 q[16] = 0
 q[17] = 0.0392156862
 q[18] = 0
 q[19] = 0
 q[20] = 0
 q[21] = 0
 q[22] = 0
 q[23] = 0
 q[24] = 0
 q[25] = 0
 q[26] = 0
 q[27] = 0
 q[28] = 0
 q[29] = 0.0196078431
 q[30] = 0
 q[31] = 0
 q[32] = 0

Строка состояния:

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

$$R = 1 - H_{\infty} / H_0$$

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)	0.17452
з пробілами	2(без перетину)	0.21077
без пробілів	2(без перетину)	0.17461

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.