



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

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1**  
**«Криптографія»**

Виконав:  
студент 3 курсу ФТІ  
групи ФБ-82  
Переметчик Данило  
Перевірів: Чорний О.М.

# Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту

## 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  $H1$  та  $H2$  за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення  $H1$  та  $H2$  на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення  $H1$  та  $H2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.
2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$ .
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

## Хід роботи

Задачу було виконано з використанням мови програмування C++ та середовища програмування Visual Studio.

Поставлену задачу було розділено на декілька підзадач, або функцій:

- Читання текстових даних з файлу;
- Фільтрація тексту. Перетворення великих букв до малих, вилучення символів, що не входять до алфавіту, або не є пробілом та заміна букв ъ та ё.
- Створення аналогічного тексту без пробілів.
- Підрахунок частоти n-грам (літер або біграм), що перетинаються, або з кроком.
- Отримати значення ентропії та надлишковості російської мови.
- Виведення результатів.

Також було проведено експерименти з відгадуванням наступної літери, що йде після заданих  $n$  штук з використанням програми CoolPinkProgram.exe.

### Основні проблеми та шляхи їх вирішення

Одною з перших проблем некоректне виведення на консоль літер російської мови, що вирішується викликом функції `setlocale(LC_ALL, "")`. Другою проблемою з виведенням літер було некоректне виведення літери «і». Цю проблему вирішує виклик функцій `SetConsoleOutputCP(1251)` та `SetConsoleCP(1251)`, що встановлюють кодову сторінку 1251 замість кодової сторінки 866.

Другою проблемою є кодування файлів. Такі стандартні типи для роботи з потоками як `ifstream`, `ofstream`, що коректно працюють з текстовими файлами з кодуванням ANSI. Якщо файл має інше кодування, наприклад UTF-8, то літери будуть відображатися некоректно. Що б вирішити цю проблему у текстовому редакторі, наприклад у «Блокноті» є можливість зберегти файл у кодуванні ANSI, то в цьому випадку програма працює коректно.

Третьою проблемою було значні витрати за часом при виконанні задачі при використанні джерела більше 1 Мб, що також ускладнює налагодження програми. Тому налагодження виконувалось з невеликою кількістю даних. Також було проведено оптимізацію, при передачі аргументів до функції, де можливо їх було змінено на посилання замість об'єктів. Також кінцеву програму було розділено на окремі блоки з можливістю користувачем задати необхідні параметри, що зменшує час при роботі з програмою у тому випадку, коли всі дані обчислювались одразу ж.

## Результати роботи

Літери з пробілами		Літери без пробілів	
а	0.064473	а	0.078373
б	0.018990	б	0.023084
в	0.039692	в	0.048250
г	0.015573	г	0.018931
д	0.023274	д	0.028292
е	0.066698	е	0.081079
ж	0.008117	ж	0.009867
з	0.014068	з	0.017102
и	0.059539	и	0.072377
й	0.008335	й	0.010133
к	0.032752	к	0.039814
л	0.041250	л	0.050144
м	0.024945	м	0.030324
н	0.049606	н	0.060302
о	0.091339	о	0.111033
п	0.024040	п	0.029223
р	0.037273	р	0.045310
с	0.043880	с	0.053341
т	0.047087	т	0.057239
у	0.022563	у	0.027427
ф	0.000941	ф	0.001144
х	0.008937	х	0.010863
ц	0.003172	ц	0.003855
ч	0.011565	ч	0.014058
ш	0.007457	ш	0.009064
щ	0.002428	щ	0.002951
ы	0.017430	ы	0.021188
ь	0.015353	ь	0.018663
э	0.001498	э	0.001821

ю	0.004996	ю	0.006073
я	0.015363	я	0.018675
	0.177369		

Частота появлення біграм з перетином та з пробілами

аа	0.000001	аб	0.002239	ав	0.003064	аг	0.000466	ад	0.001430	ае	0.000872	аж	0.000888	аз	0.003226
ба	0.001180	бб	0.000009	бв	0.000044	бг	0.000011	бд	0.000022	бе	0.001820	бж	0.000007	бз	0.000005
ва	0.004903	вб	0.000030	вв	0.000084	вг	0.000012	вд	0.000293	ве	0.004948	вж	0.000003	вз	0.000322
га	0.000790	гб	0.000000	гв	0.000021	гг	0.000009	гд	0.001122	ге	0.000212	гж	0.000000	гз	0.000000
да	0.004077	дб	0.000007	дв	0.000903	дг	0.000018	дд	0.000016	де	0.004132	дж	0.000010	дз	0.000034
еа	0.000036	еб	0.001027	ев	0.001917	ег	0.002750	ед	0.002467	ее	0.001245	еж	0.000887	ез	0.001031
жа	0.000931	жб	0.000025	жв	0.000002	жг	0.000017	жд	0.000662	же	0.003155	жж	0.000006	жз	0.000000
за	0.005568	зб	0.000272	зв	0.000630	зг	0.000213	зд	0.000857	зе	0.000550	зж	0.000061	зз	0.000041
иа	0.000182	иб	0.000604	ив	0.002255	иг	0.000358	ид	0.001706	ие	0.002373	иж	0.000247	из	0.002258
йа	0.000005	йб	0.000021	йв	0.000003	йг	0.000000	йд	0.000015	йе	0.000003	йж	0.000000	йз	0.000000
ка	0.008484	кб	0.000000	кв	0.000161	кг	0.000001	кд	0.000000	ке	0.000482	кж	0.000087	кз	0.000030
ла	0.004456	лб	0.001585	лв	0.000031	лг	0.000159	лд	0.000031	ле	0.003892	лж	0.000172	лз	0.000015
ма	0.002158	мб	0.000023	мв	0.000001	мг	0.000006	мд	0.000001	ме	0.003664	мж	0.000000	мз	0.000008
на	0.008972	нб	0.000006	нв	0.000007	нг	0.000017	нд	0.000303	не	0.008299	нж	0.000041	нз	0.000086
оа	0.000002	об	0.003469	ов	0.007275	ог	0.005357	од	0.004607	ое	0.002178	ож	0.001944	оз	0.001818
па	0.001687	пб	0.000689	пв	0.000001	пг	0.000002	пд	0.000000	пе	0.002150	пж	0.000000	пз	0.000000
ра	0.006790	рб	0.000055	рв	0.000418	рг	0.000224	рд	0.000294	ре	0.005916	рж	0.000227	рз	0.000137
са	0.001733	сб	0.000087	св	0.002177	сг	0.000028	сд	0.000244	се	0.003524	сж	0.000017	сз	0.000011
та	0.006010	тб	0.000030	тв	0.002098	тг	0.000006	тд	0.000283	те	0.004462	тж	0.000000	тз	0.000015
уа	0.000012	уб	0.000733	ув	0.000716	уг	0.001130	уд	0.001490	уе	0.000163	уж	0.001294	уз	0.000277
фа	0.000154	фб	0.000000	фв	0.000000	фг	0.000000	фд	0.000000	фе	0.000068	фж	0.000000	фз	0.000000
ха	0.000658	хб	0.000000	хв	0.000220	хг	0.000000	хд	0.000000	хе	0.000143	хж	0.000000	хз	0.000000
ца	0.000684	цб	0.000000	цв	0.000051	цг	0.000000	цд	0.000000	це	0.000875	цж	0.000000	цз	0.000000
ча	0.001944	чб	0.000000	чв	0.000002	чг	0.000000	чд	0.000000	че	0.002925	чж	0.000000	чз	0.000000
ша	0.000993	шб	0.000000	шв	0.000019	шг	0.000000	шд	0.000000	ше	0.001955	шж	0.000000	шз	0.000000
ща	0.000428	щб	0.000000	щв	0.000000	щг	0.000000	щд	0.000000	ще	0.001185	щж	0.000000	щз	0.000000
ья	0.000000	yb	0.000166	ыв	0.000952	yg	0.000110	yd	0.000119	ye	0.001765	yj	0.000022	yz	0.000034
ба	0.000000	ьб	0.000465	ьв	0.000011	ьг	0.000037	ьд	0.000018	ье	0.000522	ьж	0.000001	ьз	0.000117
эа	0.000000	эб	0.000000	эв	0.000005	эг	0.000007	эд	0.000008	эе	0.000000	эж	0.000000	эз	0.000011
юа	0.000000	юб	0.000199	юв	0.000000	юг	0.000033	юд	0.000146	юе	0.000005	юж	0.000079	юз	0.000008
яа	0.000000	яб	0.000043	яв	0.000421	яг	0.000046	яд	0.000577	яе	0.000094	яж	0.000143	яз	0.000308
а	0.001637	б	0.007207	в	0.016203	г	0.004557	д	0.006430	е	0.003122	ж	0.001982	з	0.004279

аи	0.000159	ай	0.000626	ак	0.005427	ал	0.006950	ам	0.003274	ан	0.004318	ао	0.000009	ап	0.001332
би	0.000755	бй	0.000000	бк	0.000131	бл	0.001433	бм	0.000008	бн	0.000266	бо	0.002120	бп	0.000003
ви	0.003165	вй	0.000001	вк	0.000277	вл	0.000686	вм	0.000953	вн	0.000914	во	0.006711	вп	0.000201
ги	0.000732	гй	0.000000	гк	0.000056	гл	0.001301	гм	0.000009	гн	0.000325	го	0.008439	гп	0.000000
ди	0.001959	дй	0.000000	дк	0.000186	дл	0.000526	дм	0.000053	дн	0.001787	до	0.002973	дп	0.000066
еи	0.000122	ей	0.001783	ек	0.001173	ел	0.005297	ем	0.003706	ен	0.005748	ео	0.000204	еп	0.001104
жи	0.001374	жй	0.000000	жк	0.000115	жл	0.000003	жм	0.000015	жн	0.000897	жо	0.000039	жп	0.000000
зи	0.000307	зий	0.000000	зк	0.000181	зл	0.000198	зм	0.000232	зн	0.001420	зо	0.000741	зп	0.000019
ии	0.000660	ий	0.001427	ик	0.001862	ил	0.004529	им	0.002676	ин	0.002820	ио	0.000107	ип	0.000199
йи	0.000001	ий	0.000000	йк	0.000065	йл	0.000010	йм	0.000026	йн	0.000365	йо	0.000002	йп	0.000001
ки	0.003940	кй	0.000000	кк	0.000127	кл	0.000501	км	0.000001	кн	0.000486	ко	0.009984	кп	0.000001
ли	0.007546	лй	0.000000	лк	0.000439	лл	0.000063	лм	0.000006	лн	0.000356	ло	0.005876	лп	0.000151
ми	0.003677	мй	0.000002	мк	0.000078	мл	0.000795	мм	0.000047	мн	0.001078	мо	0.002675	мп	0.000064
ни	0.006993	нй	0.000000	нк	0.000511	нл	0.000000	нм	0.000006	нн	0.002827	но	0.008670	нп	0.000000
ои	0.001011	ой	0.002943	ок	0.001755	ол	0.006484	ом	0.004535	он	0.004761	оо	0.000162	оп	0.001698
пи	0.001226	пй	0.000000	пк	0.000200	пл	0.000676	пм	0.000000	пн	0.000108	по	0.008794	пп	0.000021
ри	0.004515	рй	0.000001	рк	0.000532	рл	0.000435	рм	0.000540	рн	0.000707	ро	0.006880	рп	0.000133
си	0.001364	сй	0.000001	ск	0.004087	сл	0.002407	см	0.000676	сн	0.000935	со	0.002483	сп	0.001234
ти	0.003410	тй	0.000000	тк	0.000378	тл	0.000222	тм	0.000057	тн	0.000824	то	0.012088	тп	0.000154
уй	0.000000	уй	0.000049	ук	0.001060	ул	0.001677	ум	0.000831	ун	0.000206	уо	0.000003	уп	0.000661
фи	0.000274	фй	0.000000	фк	0.000000	фл	0.000025	фм	0.000001	фн	0.000001	фо	0.000132	фп	0.000000
хи	0.000198	хй	0.000000	хк	0.000000	хл	0.000259	хм	0.000036	хн	0.000178	хо	0.001733	хп	0.000001
ци	0.000289	цй	0.000000	цк	0.000208	цл	0.000001	цм	0.000001	цн	0.000000	цо	0.000172	цп	0.000001
чи	0.001505	чй	0.000000	чк	0.000351	чл	0.000036	чм	0.000005	чн	0.000568	чо	0.000156	чп	0.000000
ши	0.002514	шй	0.000000	шк	0.000403	шл	0.000360	шм	0.000021	шн	0.000334	шо	0.000203	шп	0.000024
щи	0.000628	щй	0.000000	щк	0.000000	щл	0.000000	щм	0.000000	щн	0.000036	що	0.000018	щп	0.000000
ьи	0.000004	ый	0.001436	ык	0.000348	ыл	0.002294	ым	0.001292	ын	0.000399	ьо	0.000000	ып	0.000245
ьи	0.000093	ый	0.000000	ык	0.001374	ыл	0.000018	ым	0.000260	ын	0.001253	ьо	0.000004	ып	0.000000
эи	0.000000	эй	0.000007	эк	0.000043	эл	0.000022	эм	0.000009	эн	0.000004	эо	0.000000	эп	0.000037

юи	0.000000	юй	0.000001	юк	0.000008	юл	0.000048	юм	0.000026	юн	0.000062	юо	0.000000	юп	0.000000
яи	0.000013	яй	0.000051	як	0.000318	ял	0.000865	ям	0.000581	ян	0.000778	яо	0.000002	яп	0.000008
и	0.011109	й	0.000008	к	0.011061	л	0.003131	м	0.005063	н	0.014846	о	0.009961	п	0.016683

ар	0.003207	ас	0.003239	ат	0.003975	ау	0.000057	аф	0.000180	ах	0.001070	ац	0.000195	ач	0.000808
бр	0.001602	бс	0.000131	бт	0.000007	бу	0.001518	бф	0.000000	бх	0.000043	бц	0.000019	бч	0.000001
вр	0.000053	вс	0.003432	вт	0.000233	ву	0.000037	вф	0.000000	вх	0.000021	вц	0.000024	вч	0.000035
гр	0.000798	гс	0.000013	гт	0.000016	гу	0.000712	гф	0.000000	гх	0.000000	гц	0.000000	гч	0.000010
др	0.001260	дс	0.000281	дт	0.000156	ду	0.001549	дф	0.000000	дх	0.000023	дц	0.000205	дч	0.000023
ер	0.005253	ес	0.005051	ет	0.004310	еу	0.000084	еф	0.000006	ех	0.000657	ец	0.000372	еч	0.001162
жр	0.000007	жс	0.000081	жт	0.000001	жу	0.000154	жф	0.000000	жх	0.000000	жц	0.000279	жч	0.000004
зр	0.000162	зс	0.000016	зт	0.000005	зу	0.000295	зф	0.000000	зх	0.000000	зц	0.000006	зч	0.000021
ир	0.000833	ис	0.003219	ит	0.002953	иу	0.000019	иф	0.000061	их	0.002509	иц	0.000791	ич	0.001334
йр	0.000004	йс	0.000490	йт	0.000274	йу	0.000001	йф	0.000000	йх	0.000001	йц	0.000018	йч	0.000018
кр	0.001818	кс	0.000232	кт	0.000480	ку	0.001707	кф	0.000000	кх	0.000000	кц	0.000117	кч	0.000000
лр	0.000000	лс	0.001173	лт	0.000076	лу	0.001035	лф	0.000013	лх	0.000000	лц	0.000000	лч	0.000090
мр	0.000054	мс	0.000137	мт	0.000034	му	0.001613	мф	0.000002	мх	0.000000	мц	0.000008	мч	0.000034
нр	0.000182	нс	0.000489	нт	0.000266	ну	0.002357	нф	0.000005	нх	0.000000	нц	0.000258	нч	0.000146
ор	0.006029	ос	0.005309	от	0.005903	оу	0.000054	оф	0.000205	ох	0.000476	оц	0.000088	оч	0.001587
пр	0.005464	пс	0.000032	пт	0.000080	пу	0.001017	пф	0.000000	пх	0.000001	пц	0.000036	пч	0.000036
рр	0.000015	рс	0.000403	рт	0.000559	ру	0.002663	рф	0.000002	рх	0.000238	рц	0.000033	рч	0.000092
ср	0.000220	сс	0.000691	ст	0.011383	су	0.000567	сф	0.000007	сх	0.000219	сц	0.000045	сч	0.000236
тр	0.003221	тс	0.000872	тт	0.000115	ту	0.001252	тф	0.000000	тх	0.000020	тц	0.000099	тч	0.000129
ур	0.000936	ус	0.001394	ут	0.001236	уу	0.000000	уф	0.000005	ух	0.000550	уц	0.000003	уч	0.000736
фр	0.000070	фс	0.000006	фт	0.000034	фу	0.000025	фф	0.000002	фх	0.000000	фц	0.000000	фч	0.000000
хр	0.000249	хс	0.000070	хт	0.000035	ху	0.000207	хф	0.000000	хх	0.000001	хц	0.000000	хч	0.000000
цр	0.000000	цс	0.000000	цт	0.000000	цу	0.000178	цф	0.000000	цх	0.000000	цц	0.000000	цч	0.000000
чр	0.000064	чс	0.000002	чт	0.002711	чу	0.000624	чф	0.000000	чх	0.000001	чц	0.000000	чч	0.000002
шр	0.000021	шс	0.000000	шт	0.000016	шу	0.000026	шф	0.000000	шх	0.000000	шц	0.000002	шч	0.000000
щр	0.000002	щс	0.000000	щт	0.000000	щу	0.000073	щф	0.000000	щх	0.000000	щц	0.000000	щч	0.000000
ыр	0.000320	ys	0.000572	yt	0.000581	yu	0.000004	yф	0.000000	yx	0.001255	yc	0.000086	ych	0.000148
ьр	0.000000	ьс	0.000729	ьт	0.000037	ьу	0.000000	ьф	0.000000	ьх	0.000081	ьц	0.000057	ьч	0.000029
эр	0.000000	эс	0.000005	эт	0.001308	эу	0.000000	эф	0.000001	эх	0.000011	эц	0.000000	эч	0.000000
юр	0.000012	юс	0.000048	ют	0.000334	юу	0.000000	юф	0.000000	юх	0.000017	юц	0.000006	юч	0.000093
яр	0.000148	яс	0.000381	ят	0.001101	яу	0.000005	яф	0.000000	ях	0.000361	яц	0.000021	яч	0.000154
р	0.004692	с	0.015362	т	0.008868	у	0.003895	ф	0.000448	х	0.001382	ц	0.000405	ч	0.004639

аш	0.000632	аш	0.000210	аы	0.000000	аь	0.000000	аз	0.000000	аю	0.000523	ая	0.001753	а	0.014345
бш	0.000024	бщ	0.000126	бы	0.003960	бь	0.000118	бэ	0.000000	бю	0.000000	бя	0.000270	б	0.003358
вш	0.001837	вщ	0.000001	вы	0.002466	вь	0.000204	вэ	0.000000	вю	0.000000	вя	0.000364	в	0.006284
гш	0.000008	гщ	0.000000	гы	0.000000	гь	0.000001	гэ	0.000000	гю	0.000002	гя	0.000000	г	0.000998
дш	0.000097	дщ	0.000000	ды	0.000747	дь	0.000581	дэ	0.000000	дю	0.000051	дя	0.000218	д	0.001337
еш	0.000608	еш	0.000715	еы	0.000000	еь	0.000000	ез	0.000000	ею	0.000366	ея	0.000144	е	0.017474
жш	0.000000	жщ	0.000000	жы	0.000000	жь	0.000090	жэ	0.000000	жю	0.000000	жя	0.000000	ж	0.000262
зш	0.000007	зщ	0.000000	зы	0.000454	зь	0.000160	зэ	0.000000	зю	0.000006	зя	0.000240	з	0.001409
иш	0.000367	ищ	0.000340	иы	0.000000	иь	0.000000	иэ	0.000000	ию	0.000315	ия	0.001381	и	0.021157
йш	0.000084	йщ	0.000000	йы	0.000000	йь	0.000000	йэ	0.000000	йю	0.000000	йя	0.000000	й	0.006793
кш	0.000021	кщ	0.000000	кы	0.000004	кь	0.000001	кэ	0.000000	кю	0.000001	кя	0.000000	к	0.004086
лш	0.000000	лщ	0.000004	лы	0.000744	ль	0.004296	лэ	0.000000	лю	0.000733	ля	0.002087	л	0.006223
мш	0.000001	мщ	0.000006	мы	0.000758	мь	0.000046	мэ	0.000000	мю	0.000000	мя	0.000397	м	0.007578
нш	0.000001	нщ	0.000079	ны	0.003893	нь	0.000844	нэ	0.000000	ню	0.000148	ня	0.001088	н	0.003114
ош	0.000795	ощ	0.000222	оы	0.000000	оь	0.000000	оз	0.000000	ою	0.001100	оя	0.000675	о	0.018874
пш	0.000016	пщ	0.000000	пы	0.000280	пь	0.000135	пэ	0.000000	пю	0.000001	пя	0.000234	п	0.001155
рш	0.000344	рщ	0.000019	ры	0.001805	рь	0.000424	рэ	0.000000	рю	0.000086	ря	0.001065	р	0.001722
сш	0.000080	сщ	0.000000	сы	0.000534	сь	0.002898	сэ	0.000000	сю	0.000173	ся	0.003263	с	0.002557
тш	0.000004	тщ	0.000016	ты	0.001391	ть	0.004943	тэ	0.000000	тю	0.000022	тя	0.000442	т	0.004525
уш	0.000666	ущ	0.000220	уы	0.000000	уь	0.000000	уз	0.000000	ую	0.000958	уя	0.000068	у	0.005490
фш	0.000000	фщ	0.000000	фы	0.000008	фь	0.000009	фэ	0.000000	фю	0.000000	фя	0.000004	ф	0.000129
хш	0.000009	хщ	0.000000	хы	0.000000	хь	0.000004	хэ	0.000000	хю	0.000000	хя	0.000002	х	0.004936
цш	0.000002	цщ	0.000000	цы	0.000384	ць	0.000006	цэ	0.000000	цю	0.000001	ця	0.000010	ц	0.000310
чш	0.000103	чщ	0.000000	чы	0.000000	чь	0.000322	чэ	0.000000	чю	0.000000	ча	0.000000	ч	0.000245
шш	0.000001	шщ	0.000000	шы	0.000002	шь	0.000241	шэ	0.000000	шю	0.000001	шя	0.000000	ш	0.000085
щш	0.000000	щщ	0.000000	щы	0.000000	щь	0.000030	щэ	0.000000	щю	0.000000	щя	0.000000	щ	0.000027
ыш	0.000506	ыщ	0.000004	ыы	0.000000	ыь	0.000000	ыз	0.000000	ыю	0.000000	ыя	0.000001	ы	0.004768
ьш	0.000386	ьщ	0.000002	ьы	0.000000	ьь	0.000000	ьэ	0.000000	ью	0.000338	ья	0.000544	ь	0.008977
эш	0.000001	эш	0.000000	эы	0.000000	эь	0.000000	ээ	0.000000	эю	0.000000	эя	0.000000	э	0.000019
юш	0.000011	ющ	0.000256	юы	0.000000	юь	0.000000	юз	0.000000	юю	0.000027	юя	0.000000	ю	0.003575
яш	0.000021	ящ	0.000139	яы	0.000000	яь	0.000000	яз	0.000000	яю	0.000058	яя	0.000094	я	0.008632

ш 0.000824 щ 0.000071 ы 0.000000 ь 0.000001 э 0.001472 ю 0.000087 я 0.001019 0.016926

## Частота появления биграмм без перетину та з пробілами

аа	0.000000	аб	0.002207	ав	0.003122	аг	0.000435	ад	0.001372	ае	0.000867	аж	0.000905	аз	0.003230
ба	0.001176	бб	0.000006	бв	0.000044	бг	0.000014	бд	0.000012	бе	0.001811	бж	0.000006	бз	0.000008
ва	0.004743	вб	0.000032	вв	0.000074	вг	0.000010	вд	0.000290	ве	0.004907	вж	0.000000	вз	0.000324
га	0.000827	гб	0.000000	гв	0.000024	гг	0.000004	гд	0.001126	ге	0.000224	гж	0.000000	гз	0.000000
да	0.004134	дб	0.000006	дв	0.000927	дг	0.000020	дд	0.000016	де	0.004094	дж	0.000004	дз	0.000040
еа	0.000038	еб	0.001059	ев	0.001905	ег	0.002764	ед	0.002471	ее	0.001310	еж	0.000925	ез	0.001075
жа	0.000919	жб	0.000022	жв	0.000000	жг	0.000020	жд	0.000645	же	0.003166	жж	0.000002	жз	0.000000
за	0.005538	зб	0.000258	зв	0.000643	зг	0.000214	зд	0.000871	зе	0.000555	зж	0.000056	зз	0.000046
иа	0.000190	иб	0.000575	ив	0.002265	иг	0.000336	ид	0.001664	ие	0.002373	иж	0.000264	из	0.002195
йа	0.000008	йб	0.000026	йв	0.000000	йг	0.000000	йд	0.000144	йе	0.000002	йж	0.000000	йз	0.000000
ка	0.008412	кб	0.000000	кв	0.000166	кг	0.000000	кд	0.000000	ке	0.000493	кж	0.000076	кз	0.000022
ла	0.004362	лб	0.001668	лв	0.000036	лг	0.000154	лд	0.000034	ле	0.003783	лж	0.000180	лз	0.000018
ма	0.002149	мб	0.000020	мв	0.000000	мг	0.000008	мд	0.000000	ме	0.003679	мж	0.000000	мз	0.000008
на	0.000133	нб	0.000002	нв	0.000002	нг	0.000014	нд	0.000292	не	0.008300	нж	0.000046	нз	0.000074
оа	0.000004	об	0.003549	ов	0.007300	ог	0.005512	од	0.004618	ое	0.002207	ож	0.001967	оз	0.001803
па	0.001690	пб	0.000705	пв	0.000002	пг	0.000002	пд	0.000000	пе	0.002149	пж	0.000000	пз	0.000000
ра	0.006852	рб	0.000054	рв	0.000435	рг	0.000212	рд	0.000320	ре	0.005966	рж	0.000240	рз	0.000150
са	0.001742	сб	0.000082	св	0.002249	сг	0.000034	сд	0.000268	се	0.003513	сж	0.000016	сз	0.000012
та	0.006115	тб	0.000020	тв	0.002135	тг	0.000006	тд	0.000292	те	0.004422	тж	0.000000	тз	0.000016
уа	0.000012	уб	0.000719	ув	0.000691	уг	0.001104	уд	0.001508	уе	0.000152	уж	0.001296	уз	0.000280
фа	0.000160	фб	0.000000	фв	0.000000	фг	0.000000	фд	0.000000	фе	0.000066	фж	0.000000	фз	0.000000
ха	0.000663	хб	0.000000	хв	0.000200	хг	0.000000	хд	0.000000	хе	0.000150	хж	0.000000	хз	0.000000
ца	0.000659	цб	0.000000	цв	0.000046	цг	0.000000	цд	0.000000	це	0.000805	цж	0.000000	цз	0.000000
ча	0.002003	чб	0.000000	чв	0.000002	чг	0.000000	чд	0.000000	че	0.002948	чж	0.000000	чз	0.000000
ша	0.000949	шб	0.000000	шв	0.000024	шг	0.000000	шд	0.000000	ше	0.002039	шж	0.000000	шз	0.000000
ща	0.000425	щб	0.000000	щв	0.000000	щг	0.000000	щд	0.000000	ще	0.001172	щж	0.000000	щз	0.000000
ья	0.000000	yb	0.000180	ыв	0.001001	ыг	0.000122	ыд	0.000134	ые	0.001738	ыж	0.000024	ыз	0.000044
ьа	0.000000	ьб	0.000453	ьв	0.000010	ьг	0.000036	ьд	0.000020	ье	0.000497	ьж	0.000000	ьз	0.000108
эа	0.000000	эб	0.000000	эв	0.000006	эг	0.000008	эд	0.000008	эе	0.000000	эж	0.000000	эз	0.000010
юа	0.000000	юб	0.000202	юв	0.000000	юг	0.000040	юд	0.000134	юе	0.000006	юж	0.000076	юз	0.000008
яа	0.000000	яб	0.000040	яв	0.000423	яг	0.000042	яд	0.000577	яе	0.000100	яж	0.000140	яз	0.000324
а	0.001648	б	0.007244	в	0.016128	г	0.004566	д	0.006519	е	0.003032	ж	0.001979	з	0.004296

аи	0.000142	ай	0.000611	ак	0.005383	ал	0.007004	ам	0.003170	ан	0.004408	ао	0.000012	ап	0.001396
би	0.000773	бй	0.000000	бк	0.000134	бл	0.001464	бм	0.000012	бн	0.000262	бо	0.002157	бп	0.000000
ви	0.003184	вй	0.000002	вк	0.000282	вл	0.000705	вм	0.000985	вн	0.000935	во	0.006613	вп	0.000192
ги	0.000773	гй	0.000000	гк	0.000048	гл	0.001276	гм	0.000004	гн	0.000328	го	0.008288	гп	0.000000
ди	0.001995	дй	0.000000	дк	0.000206	дл	0.000563	дм	0.000052	дн	0.001831	до	0.002858	дп	0.000062
еи	0.000130	ей	0.001788	ек	0.001136	ел	0.005283	ем	0.003671	ен	0.005690	ео	0.000200	еп	0.001128
жи	0.001382	жй	0.000000	жк	0.000104	жл	0.000006	жм	0.000012	жн	0.000843	жо	0.000034	жп	0.000000
зи	0.000308	зй	0.000000	зк	0.000164	зл	0.000182	зм	0.000216	зн	0.001424	зо	0.000791	зп	0.000018
ии	0.000617	ий	0.001434	ик	0.001827	ил	0.004482	им	0.002608	ин	0.002792	ио	0.000106	ип	0.000186
йи	0.000000	йй	0.000000	йк	0.000058	йл	0.000008	йм	0.000030	йн	0.000350	йо	0.000002	йп	0.000002
ки	0.003954	кй	0.000000	кк	0.000132	кл	0.000509	км	0.000000	кн	0.000493	ко	0.010150	кп	0.000002
ли	0.007615	лй	0.000000	лк	0.000447	лл	0.000054	лм	0.000004	лн	0.000308	ло	0.005784	лп	0.000142
ми	0.003657	мй	0.000002	мк	0.000076	мл	0.000799	мм	0.000048	мн	0.001136	мо	0.002742	мп	0.000082
ни	0.007008	нй	0.000000	нк	0.000499	нл	0.000000	нм	0.000008	нн	0.002882	но	0.008478	нп	0.000000
ои	0.001005	ой	0.002920	ок	0.001770	ол	0.006497	ом	0.004488	он	0.004622	оо	0.000158	оп	0.001706
пи	0.001244	пй	0.000000	пк	0.000202	пл	0.000649	пм	0.000000	пн	0.000108	по	0.008716	пп	0.000020
ри	0.004524	рй	0.000002	рк	0.000531	рл	0.000425	рм	0.000555	рн	0.000717	ро	0.006958	рп	0.000120
си	0.001398	сй	0.000000	ск	0.004184	сл	0.002415	см	0.000647	сн	0.000947	со	0.002457	сп	0.001300
ти	0.003433	тй	0.000000	тк	0.000363	тл	0.000226	тм	0.000046	тн	0.000817	то	0.012111	тп	0.000158
уй	0.000000	уй	0.000060	ук	0.001078	ул	0.001664	ум	0.000839	ун	0.000194	уо	0.000004	уп	0.000631
фи	0.000248	фй	0.000000	фк	0.000000	фл	0.000030	фм	0.000000	фн	0.000000	фо	0.000136	фп	0.000000
хи	0.000198	хй	0.000000	хк	0.000000	хл	0.000260	хм	0.000034	хн	0.000184	хо	0.001750	хп	0.000000
ци	0.000310	цй	0.000000	цк	0.000188	цл	0.000002	цм	0.000000	цн	0.000000	цо	0.000180	цп	0.000000
чи	0.001552	чй	0.000000	чк	0.000340	чл	0.000038	чм	0.000006	чн	0.000547	чо	0.000156	чп	0.000000
ши	0.002550	шй	0.000000	шк	0.000403	шл	0.000342	шм	0.000016	шн	0.000328	шо	0.000236	шп	0.000024
щи	0.000651	шй	0.000000	щк	0.000000	щл	0.000000	щм	0.000000	щн	0.000040	що	0.000022	щп	0.000000
ьи	0.000004	ый	0.001414	ык	0.000361	ыл	0.002365	ым	0.001300	ын	0.000399	юо	0.000000	ып	0.000240
ьи	0.000098	ый	0.000000	ык	0.001356	ыл	0.000018	ым	0.000238	ын	0.001224	ьо	0.000002	ып	0.000000

эи	0.000000	эй	0.000006	эк	0.000052	эл	0.000026	эм	0.000010	эн	0.000004	эо	0.000000	эп	0.000028
юи	0.000000	юй	0.000002	юк	0.000010	юл	0.000040	юм	0.000026	юн	0.000068	юо	0.000000	юп	0.000000
яи	0.000016	яй	0.000058	як	0.000326	ял	0.000865	ям	0.000593	ян	0.000799	яо	0.000000	яп	0.000006
и	0.011180	й	0.000008	к	0.010847	л	0.003072	м	0.005097	н	0.014905	о	0.009978	п	0.016749

ар	0.003170	ас	0.003261	ат	0.004010	ау	0.000050	аф	0.000190	ах	0.001043	ац	0.000218	ач	0.000797
бр	0.001588	бс	0.000138	бт	0.000006	бу	0.001502	бф	0.000000	бх	0.000038	бц	0.000018	бч	0.000002
вр	0.000623	вс	0.003481	вт	0.000232	ву	0.000599	вф	0.000000	вх	0.000026	вц	0.000030	вч	0.000032
гр	0.000839	гс	0.000016	гт	0.000022	гу	0.000681	гф	0.000000	гх	0.000000	гц	0.000000	гч	0.000008
др	0.001264	дс	0.000272	дт	0.000136	ду	0.001490	дф	0.000000	дх	0.000012	дц	0.000196	дч	0.000020
ер	0.005217	ес	0.005053	ет	0.004312	еу	0.000096	еф	0.000006	ех	0.000689	ец	0.000367	еч	0.001152
жр	0.000012	жс	0.000068	жт	0.000000	жу	0.000174	жф	0.000000	жх	0.000000	жц	0.000274	жч	0.000000
зр	0.000158	зс	0.000010	зт	0.000006	зу	0.000322	зф	0.000000	зх	0.000000	зц	0.000004	зч	0.000030
ир	0.000869	ис	0.003174	ит	0.002944	иу	0.000024	иф	0.000062	их	0.002513	иц	0.000823	ич	0.001294
йр	0.000004	йс	0.000507	йт	0.000272	йу	0.000002	йф	0.000000	йх	0.000002	йц	0.000020	йч	0.000018
кр	0.001803	кс	0.000236	кт	0.000511	ку	0.001809	кф	0.000000	кх	0.000000	кц	0.000110	кч	0.000000
лр	0.000000	лс	0.001212	лт	0.000072	лу	0.001057	лф	0.000014	лх	0.000000	лц	0.000000	лч	0.000098
мр	0.000046	мс	0.000132	мт	0.000030	му	0.001582	мф	0.000004	мх	0.000000	мц	0.000008	мч	0.000030
нр	0.000174	нс	0.000465	нт	0.000282	ну	0.002287	нф	0.000006	нх	0.000000	нц	0.000304	нч	0.000148
ор	0.005982	ос	0.005289	от	0.005898	оу	0.000060	оф	0.000222	ох	0.000435	оц	0.000086	оч	0.001572
пр	0.005279	пс	0.000042	пт	0.000096	пу	0.001013	пф	0.000000	пх	0.000000	пц	0.000032	пч	0.000028
рр	0.000018	рс	0.000356	рт	0.000583	ру	0.002734	рф	0.000002	рх	0.000244	рц	0.000034	рч	0.000092
ср	0.000240	сс	0.000703	ст	0.011284	су	0.000525	сф	0.000008	сх	0.000238	сц	0.000050	сч	0.000234
тр	0.003228	тс	0.000937	тт	0.000116	ту	0.001264	тф	0.000000	тх	0.000020	тц	0.000098	тч	0.000130
ур	0.000911	ус	0.001410	ут	0.001228	уу	0.000000	уф	0.000002	ух	0.000591	уц	0.000002	уч	0.000725
фр	0.000062	фс	0.000008	фт	0.000030	фу	0.000022	фф	0.000004	фх	0.000000	фц	0.000000	фч	0.000000
хр	0.000224	хс	0.000064	хт	0.000038	ху	0.000188	хф	0.000000	хх	0.000000	хц	0.000000	хч	0.000000
цр	0.000000	цс	0.000000	цт	0.000000	цу	0.000156	цф	0.000000	цх	0.000000	цц	0.000000	цч	0.000000
чр	0.000076	чс	0.000000	чт	0.002750	чу	0.000667	чф	0.000000	чх	0.000000	чц	0.000000	чч	0.000004
шр	0.000000	шс	0.000022	шт	0.000022	шу	0.000272	шф	0.000000	шх	0.000000	шц	0.000004	шч	0.000000
щр	0.000000	щс	0.000000	щт	0.000000	щу	0.000076	щф	0.000000	щх	0.000000	щц	0.000000	щч	0.000000
ыр	0.000357	ыс	0.000567	ыт	0.000563	ыу	0.000000	ыф	0.000000	ых	0.001282	ыц	0.000084	ыч	0.000136
ьр	0.000000	ьс	0.000703	ьт	0.000036	ьу	0.000000	ьф	0.000000	ьх	0.000078	ьц	0.000058	ьч	0.000022
эр	0.000000	эс	0.000008	эт	0.001346	эу	0.000000	эф	0.000000	эх	0.000008	эц	0.000000	эч	0.000000
юр	0.000010	юс	0.000046	ют	0.000350	юу	0.000000	юф	0.000002	юх	0.000018	юц	0.000006	юч	0.000092
яр	0.000148	яс	0.000365	ят	0.001116	яу	0.000006	яф	0.000000	ях	0.000369	яц	0.000014	яч	0.000168
р	0.004719	с	0.015213	т	0.008804	у	0.003923	ф	0.000469	х	0.001402	ц	0.000439	ч	0.004566

аш	0.000613	аш	0.000192	аы	0.000000	аб	0.000000	аз	0.000000	аю	0.000515	ая	0.001809	а	0.014264
бш	0.000026	бш	0.000124	бы	0.003865	бь	0.000128	бэ	0.000000	бю	0.000000	бя	0.000246	б	0.003293
вш	0.001784	вш	0.000002	вы	0.002483	вь	0.000222	вэ	0.000000	вю	0.000000	вя	0.000314	в	0.006423
гш	0.000008	гш	0.000000	гы	0.000000	гь	0.000002	гэ	0.000000	гю	0.000002	гя	0.000000	г	0.000971
дш	0.000076	дш	0.000000	ды	0.000771	дь	0.000573	дэ	0.000000	дю	0.000050	дя	0.000218	д	0.001330
еш	0.000587	еш	0.000717	еы	0.000000	еь	0.000000	ез	0.000000	ею	0.000342	ея	0.000148	е	0.017614
жш	0.000000	жш	0.000000	жы	0.000000	жь	0.000080	жэ	0.000000	жю	0.000000	жя	0.000000	ж	0.000272
зш	0.000006	зш	0.000000	зы	0.000439	зь	0.000166	зэ	0.000000	зю	0.000006	зя	0.000228	з	0.001392
иш	0.000391	иш	0.000338	иы	0.000000	иь	0.000000	из	0.000000	ию	0.000326	ия	0.001346	и	0.021115
йш	0.000086	йш	0.000000	йы	0.000000	йь	0.000000	йэ	0.000000	йю	0.000000	йя	0.000000	й	0.006825
кш	0.000028	кш	0.000000	кы	0.000004	кь	0.000000	кэ	0.000000	кю	0.000000	кя	0.000000	к	0.004086
лш	0.000000	лш	0.000004	лы	0.000739	ль	0.004390	лэ	0.000000	лю	0.000771	ля	0.002009	л	0.006279
мш	0.000000	мш	0.000006	мы	0.000815	мь	0.000040	мэ	0.000000	мю	0.000000	мя	0.000407	м	0.007671
нш	0.000002	нш	0.000074	ны	0.003917	нь	0.000839	нэ	0.000000	ню	0.000150	ня	0.001142	н	0.003102
ош	0.000775	ош	0.000202	оы	0.000000	оь	0.000000	оэ	0.000034	ою	0.001158	оя	0.000659	о	0.019105
пш	0.000014	пш	0.000000	пы	0.000306	пь	0.000142	пэ	0.000000	пю	0.000002	пя	0.000248	п	0.001202
рш	0.000354	рш	0.000024	ры	0.001776	рь	0.000407	рэ	0.000000	рю	0.000076	ря	0.001077	р	0.001692
сш	0.000080	сш	0.000000	сы	0.000521	сь	0.002944	сэ	0.000000	сю	0.000154	ся	0.003204	с	0.002556
тш	0.000000	тш	0.000016	ты	0.001370	ть	0.004863	тэ	0.000000	тю	0.000020	тя	0.000427	т	0.004430
уш	0.000663	уш	0.000216	уы	0.000000	уь	0.000000	уэ	0.000000	ую	0.000961	уя	0.000066	у	0.005534
фш	0.000000	фш	0.000000	фы	0.000008	фь	0.000012	фэ	0.000000	фю	0.000000	фя	0.000006	ф	0.000100
хш	0.000008	хш	0.000000	хы	0.000000	хь	0.000000	хэ	0.000000	хю	0.000000	хя	0.000004	х	0.004901
цш	0.000002	цш	0.000000	цы	0.000369	ць	0.000008	цэ	0.000000	цю	0.000002	ця	0.000012	ц	0.000328
чш	0.000094	чш	0.000000	чы	0.000000	чь	0.000326	чэ	0.000000	чю	0.000000	ча	0.000000	ч	0.000226
шш	0.000002	шш	0.000000	шы	0.000002	шь	0.000246	шэ	0.000000	шю	0.000002	шя	0.000000	ш	0.000082
щш	0.000000	щш	0.000000	щы	0.000000	щь	0.000034	щэ	0.000000	щю	0.000000	щя	0.000000	щ	0.000034
ыш	0.000499	ыш	0.000004	ыы	0.000000	ыь	0.000000	ыэ	0.000000	ыю	0.000000	ыя	0.000002	ы	0.004650
ьш	0.000361	ьш	0.000004	ьы	0.000000	ьь	0.000000	ьэ	0.000000	ью	0.000326	ья	0.000541	ь	0.009093
эш	0.000002	эш	0.000000	эы	0.000000	эь	0.000000	ээ	0.000000	эю	0.000000	эя	0.000000	э	0.000016
юш	0.000010	юш	0.000268	юы	0.000000	юь	0.000000	юз	0.000000	юю	0.000022	юя	0.000000	ю	0.003517
яш	0.000018	яш	0.000136	яы	0.000000	яь	0.000000	яз	0.000000	яю	0.000066	яя	0.000088	я	0.008700

ш 0.000861 щ 0.000076 ы 0.000000 ь 0.000000 э 0.001424 ю 0.000092 я 0.001023 0.016839

## Частота появления биграмм з перетином та без пробілів

аа	0.000183	аб	0.003513	ав	0.005642	аг	0.001023	ад	0.002373	ае	0.001489	аж	0.001221	аз	0.004455
ба	0.001499	бб	0.000095	бв	0.000319	бг	0.000081	бд	0.000123	бе	0.002260	бж	0.000021	бз	0.000096
ва	0.006025	вб	0.000261	вв	0.000550	вг	0.000470	вд	0.000742	ве	0.006151	вж	0.000070	вз	0.000607
га	0.000969	гб	0.000038	гв	0.000163	гг	0.000053	гд	0.001414	ге	0.000302	гж	0.000001	гз	0.000053
да	0.004973	дб	0.000042	дв	0.001238	дг	0.000089	дд	0.000106	де	0.005058	дж	0.000019	дз	0.000095
еа	0.000220	еб	0.002362	ев	0.004483	ег	0.003888	ед	0.003946	ее	0.001857	еж	0.001307	ез	0.001869
жа	0.001133	жб	0.000042	жв	0.000030	жг	0.000027	жд	0.000832	же	0.003840	жж	0.000009	жз	0.000002
за	0.006782	зб	0.000380	зв	0.000910	зг	0.000320	зд	0.001139	зе	0.000688	зж	0.000084	зз	0.000081
иа	0.010942	иб	0.000215	ив	0.005701	иг	0.001122	ид	0.003163	ие	0.003389	иж	0.000521	из	0.003482
йа	0.000135	йб	0.000467	йв	0.000704	йг	0.000273	йд	0.000510	йе	0.000106	йж	0.000180	йз	0.000186
ка	0.010355	кб	0.000380	кв	0.000623	кг	0.000124	кд	0.000168	ке	0.000647	кж	0.000210	кз	0.000124
ла	0.005516	лб	0.002248	лв	0.000782	лг	0.000415	лд	0.000329	ле	0.005023	лж	0.000255	лз	0.000138
ма	0.002731	мб	0.000359	мв	0.000938	мг	0.000288	мд	0.000375	ме	0.004561	мж	0.000143	мз	0.000205
на	0.010942	нб	0.000215	нв	0.000384	нг	0.000146	нд	0.000528	не	0.010162	нж	0.000069	нз	0.000227
оа	0.000211	об	0.005642	ов	0.011378	ог	0.007066	од	0.006535	ое	0.003119	ож	0.002849	оз	0.002911
па	0.002055	пб	0.000853	пв	0.000072	пг	0.000010	пд	0.000016	пе	0.002621	пж	0.000001	пз	0.000012
ра	0.008273	рб	0.000142	рв	0.000726	рг	0.000319	рд	0.000424	ре	0.007213	рж	0.000290	рз	0.000225
са	0.002127	сб	0.000291	св	0.002888	сг	0.000147	сд	0.000421	се	0.004342	сж	0.000081	сз	0.000104
та	0.007390	тб	0.000345	тв	0.003104	тг	0.000132	тд	0.000521	те	0.005561	тж	0.000152	тз	0.000129
уа	0.000107	уб	0.001096	ув	0.001465	уг	0.001559	уд	0.002064	уе	0.000307	уж	0.001652	уз	0.000482
фа	0.000188	фб	0.000005	фв	0.000009	фг	0.000004	фд	0.000006	фе	0.000086	фж	0.000000	фз	0.000005
ха	0.000864	хб	0.000215	хв	0.000841	хг	0.000185	хд	0.000296	хе	0.000271	хж	0.000061	хз	0.000229
ца	0.000835	цб	0.000012	цв	0.000114	цг	0.000006	цд	0.000013	це	0.000106	цж	0.000000	цз	0.000006
ча	0.002367	чб	0.000009	чв	0.000035	чг	0.000007	чд	0.000007	че	0.003559	чж	0.000004	чз	0.000012
ша	0.001209	шб	0.000006	шв	0.000036	шг	0.000005	шд	0.000002	ше	0.002377	шж	0.000000	шз	0.000001
ща	0.000521	щб	0.000000	щв	0.000001	щг	0.000000	щд	0.000000	ще	0.001442	щж	0.000000	щз	0.000000
ья	0.000062	yb	0.000501	ыв	0.001761	ыг	0.000283	ыд	0.000403	ые	0.002260	ыж	0.000064	ыз	0.000181
ьа	0.000087	ьб	0.000971	ьв	0.001320	ьг	0.000268	ьд	0.000425	ье	0.000975	ьж	0.000100	ьз	0.000388
эа	0.000000	эб	0.000000	эв	0.000006	эг	0.000010	эд	0.000011	эе	0.000000	эж	0.000000	эз	0.000013
юа	0.000052	юб	0.000356	юв	0.000369	юг	0.000198	юд	0.000330	юе	0.000067	юж	0.000214	юз	0.000108
яа	0.000113	яб	0.000454	яв	0.001657	яг	0.000414	яд	0.001071	яе	0.000279	яж	0.000289	яз	0.000674

аи	0.001384	ай	0.000764	ак	0.007922	ал	0.008735	ам	0.004574	ан	0.006915	ао	0.001023	ап	0.003289
би	0.001170	бй	0.000000	бк	0.000374	бл	0.002376	бм	0.000089	бн	0.000607	бо	0.002794	бп	0.000957
ви	0.004248	вй	0.000002	вк	0.000946	вл	0.000969	вм	0.001371	вн	0.001687	во	0.008678	вп	0.000919
ги	0.000975	гй	0.000000	гк	0.000109	гл	0.001606	гм	0.000035	гн	0.010360	го	0.010360	гп	0.000147
ди	0.002464	дй	0.000000	дк	0.000328	дл	0.000666	дм	0.000092	дн	0.002427	до	0.003685	дп	0.000205
еи	0.001538	ей	0.002167	ек	0.002736	ел	0.006833	ем	0.005435	ен	0.008745	ео	0.001431	еп	0.003622
жи	0.001680	жй	0.000000	жк	0.000149	жл	0.000010	жм	0.000030	жн	0.001127	жо	0.000067	жп	0.000029
зи	0.000438	зй	0.000000	зк	0.000352	зл	0.000259	зм	0.000337	зн	0.001945	зо	0.000994	зп	0.000171
ии	0.002519	ий	0.001736	ик	0.004092	ил	0.005902	им	0.004000	ин	0.005671	ио	0.001821	ип	0.003193
йи	0.000612	йй	0.000000	йк	0.000727	йл	0.000144	йм	0.000305	йн	0.001001	йо	0.000404	йп	0.000889
ки	0.005102	кй	0.000001	кк	0.000475	кл	0.000681	км	0.000198	кн	0.001079	ко	0.012408	кп	0.000472
ли	0.009619	лй	0.000000	лк	0.001048	лл	0.000147	лм	0.000274	лн	0.001235	ло	0.007887	лп	0.000856
ми	0.005318	мй	0.000002	мк	0.000755	мл	0.001118	мм	0.000339	мн	0.002076	мо	0.003866	мп	0.001329
ни	0.008786	нй	0.000000	нк	0.000798	нл	0.000059	нм	0.000243	нн	0.003757	но	0.010754	нп	0.000337
ои	0.002459	ой	0.003579	ок	0.003463	ол	0.008201	ом	0.006189	он	0.008119	оо	0.001624	оп	0.004192
пи	0.001543	пй	0.000000	пк	0.000276	пл	0.000824	пм	0.000038	пн	0.000189	по	0.010746	пп	0.000069
ри	0.005662	рй	0.000001	рк	0.000783	рл	0.000557	рм	0.000700	рн	0.001192	ро	0.008490	рп	0.000420
си	0.001789	сй	0.000001	ск	0.005244	сл	0.002970	см	0.000869	сн	0.001458	со	0.003201	сп	0.001808
ти	0.004472	тй	0.000000	тк	0.000798	тл	0.000490	тм	0.000203	тн	0.001511	то	0.015087	тп	0.000631
уй	0.000640	уй	0.000059	ук	0.001869	ул	0.002138	ум	0.001203	ун	0.000980	уо	0.000379	уп	0.001471
фи	0.000350	фй	0.000000	фк	0.000004	фл	0.000032	фм	0.000005	фн	0.000015	фо	0.000169	фп	0.000015
хи	0.000707	хй	0.000000	хк	0.000478	хл	0.000461	хм	0.000246	хн	0.000646	хо	0.002395	хп	0.000620
ци	0.000395	цй	0.000000	цк	0.000271	цл	0.000005	цм	0.000006	цн	0.000025	цо	0.000246	цп	0.000035
чи	0.001867	чй	0.000000	чк	0.000444	чл	0.000051	чм	0.000011	чн	0.000725	чо	0.000200	чп	0.000023
ши	0.003066	шй	0.000000	шк	0.000493	шл	0.000437	шм	0.000030	шн	0.000409	шо	0.000256	шп	0.000041
щи	0.000771	шй	0.000000	щк	0.000001	щл	0.000000	щм	0.000001	щн	0.000049	що	0.000027	щп	0.000004
ьи	0.000572	ый	0.001747	ык	0.000859	ыл	0.002878	ым	0.001740	ын	0.001130	ьо	0.000358	ып	0.000817
ьи	0.001061	ьй	0.000001	ьк	0.002458	ьл	0.000251	ьм	0.000580	ьн	0.002617	ьо	0.000731	ьп	0.001065



эи	0.000000	эй	0.000009	эк	0.000058	эл	0.000027	эм	0.000011	эн	0.000005	эо	0.000000	эп	0.000045
юи	0.000352	юй	0.000001	юк	0.000351	юл	0.000138	юм	0.000177	юн	0.000393	юо	0.000262	юп	0.000507
яи	0.000818	яй	0.000062	як	0.001153	ял	0.001176	ям	0.000993	ян	0.002052	яо	0.000688	яп	0.001045

ар	0.004311	ас	0.005601	ат	0.005773	ау	0.000522	аф	0.000254	ах	0.001413	ац	0.000277	ач	0.001520
бр	0.002007	бс	0.000420	бт	0.000159	бу	0.001931	бф	0.000000	бх	0.000078	бц	0.000024	бч	0.000085
вр	0.001157	вс	0.005113	вт	0.000875	ву	0.000867	вф	0.000013	вх	0.000070	вц	0.000062	вч	0.000204
гр	0.001006	гс	0.000103	гт	0.000089	гу	0.000897	гф	0.000004	гх	0.000011	гц	0.000005	гч	0.000033
др	0.001584	дс	0.000543	дт	0.000296	ду	0.001908	дф	0.000001	дх	0.000039	дц	0.000249	дч	0.000058
ер	0.007100	ес	0.008347	ет	0.006198	еу	0.000714	еф	0.000072	ех	0.001028	ец	0.000477	еч	0.002019
жр	0.000017	жс	0.000120	жт	0.000057	жу	0.000191	жф	0.000005	жх	0.000005	жц	0.000339	жч	0.000010
зр	0.000248	зс	0.000219	зт	0.000155	зу	0.000388	зф	0.000004	зх	0.000013	зц	0.000021	зч	0.000072
ир	0.001766	ис	0.006425	ит	0.004750	иу	0.000692	иф	0.000159	их	0.003298	иц	0.001029	ич	0.002246
йр	0.000432	йс	0.001434	йт	0.000714	йу	0.000176	йф	0.000033	йх	0.000101	йц	0.000075	йч	0.000225
кр	0.002330	кс	0.000791	кт	0.000891	ку	0.002213	кф	0.000015	кх	0.000052	кц	0.000160	кч	0.000161
лр	0.000168	лс	0.002054	лт	0.000532	лу	0.001408	лф	0.000046	лх	0.000045	лц	0.000016	лч	0.000387
мр	0.000320	мс	0.000993	мт	0.000374	му	0.002156	мф	0.000033	мх	0.000068	мц	0.000023	мч	0.000341
нр	0.000328	нс	0.000976	нт	0.000505	ну	0.002977	нф	0.000017	нх	0.000069	нц	0.000316	нч	0.000274
ор	0.007938	ос	0.008627	от	0.008421	оу	0.000777	оф	0.000296	ох	0.000759	оц	0.000164	оч	0.002659
пр	0.006647	пс	0.000100	пт	0.000977	пу	0.001247	пф	0.000001	пх	0.000004	пц	0.000046	пч	0.000056
рр	0.000055	рс	0.000690	рт	0.000749	ру	0.003291	рф	0.000006	рх	0.000297	рц	0.000045	рч	0.000155
ср	0.000369	сс	0.001113	ст	0.014068	су	0.000807	сф	0.000023	сх	0.000289	сц	0.000066	сч	0.000352
тр	0.004090	тс	0.001554	тт	0.000456	ту	0.001639	тф	0.000019	тх	0.000062	тц	0.000134	тч	0.000320
ур	0.001300	ус	0.002229	ут	0.001856	уу	0.000106	уф	0.000016	ух	0.000732	уц	0.000021	уч	0.001252
фр	0.000087	фс	0.000030	фт	0.000050	фу	0.000042	фф	0.000002	фх	0.000010	фц	0.000000	фч	0.000004
хр	0.000528	хс	0.000764	хт	0.000257	ху	0.000409	хф	0.000032	хх	0.000067	хц	0.000015	хч	0.000125
цр	0.000007	цс	0.000053	цт	0.000019	цу	0.000232	цф	0.000002	цх	0.000005	цц	0.000001	цч	0.000006
чр	0.000086	чс	0.000040	чт	0.003306	чу	0.000767	чф	0.000000	чх	0.000006	чц	0.000000	чч	0.000015
шр	0.000009	шс	0.000035	шт	0.000019	шу	0.000327	шф	0.000000	шх	0.000001	шц	0.000002	шч	0.000001
щр	0.000002	щс	0.000002	щт	0.000001	щу	0.000089	щф	0.000000	щх	0.000000	щц	0.000000	щч	0.000004
ыр	0.000513	ys	0.001179	yt	0.000987	yu	0.000141	yf	0.000011	yx	0.001582	yc	0.000118	ych	0.000310
ьр	0.000262	ьс	0.001757	ьт	0.000657	ьу	0.000239	ьф	0.000023	ьх	0.000186	ьц	0.000091	ьч	0.000409
эр	0.000000	эс	0.000006	эт	0.001590	эу	0.000000	эф	0.000001	эх	0.000013	эц	0.000000	эч	0.000005
юр	0.000176	юс	0.000530	ют	0.000577	юу	0.000072	юф	0.000018	юх	0.000046	юц	0.000030	юч	0.000267
яр	0.000466	яс	0.001492	ят	0.001879	яу	0.000204	яф	0.000042	ях	0.000515	яц	0.000051	яч	0.000486

аш	0.000847	аш	0.000272	аы	0.000000	аь	0.000000	аз	0.000170	аю	0.000649	ая	0.002258	а	0.000000
бш	0.000036	бщ	0.000154	бы	0.004813	бь	0.000143	бэ	0.000029	бю	0.000000	бя	0.000344	б	0.000000
вш	0.002292	вщ	0.000004	вы	0.002997	вь	0.000248	вэ	0.000178	вю	0.000002	вя	0.000472	в	0.000000
гш	0.000019	гщ	0.000000	гы	0.000000	гь	0.000001	гэ	0.000010	гю	0.000004	гя	0.000009	г	0.000000
дш	0.000127	дщ	0.000002	ды	0.000908	дь	0.000707	дэ	0.000012	дю	0.000067	дя	0.000301	д	0.000000
еш	0.000828	ещ	0.000883	еы	0.000000	еь	0.000000	ез	0.000251	ею	0.000463	ея	0.000259	е	0.000000
жш	0.000000	жщ	0.000000	жы	0.000000	жь	0.000109	жэ	0.000004	жю	0.000000	жя	0.000010	ж	0.000000
зш	0.000030	зщ	0.000000	зы	0.000552	зь	0.000194	зэ	0.000021	зю	0.000007	зя	0.000296	з	0.000000
иш	0.000642	ищ	0.000415	иы	0.000000	иь	0.000001	из	0.000189	ию	0.000392	ия	0.001829	и	0.000000
йш	0.000158	йщ	0.000001	йы	0.000000	йь	0.000000	йэ	0.000057	йю	0.000010	йя	0.000075	й	0.000000
кш	0.000058	кщ	0.000011	кы	0.000005	кь	0.000001	кэ	0.000050	кю	0.000001	кя	0.000029	к	0.000000
лш	0.000035	лщ	0.000005	лы	0.000904	ль	0.005222	лэ	0.000050	лю	0.000892	ля	0.002608	л	0.000000
мш	0.000034	мщ	0.000007	мы	0.000921	мь	0.000056	мэ	0.000039	мю	0.000005	мя	0.000528	м	0.000000
нш	0.000013	нщ	0.000006	ны	0.004732	нь	0.001026	нэ	0.000023	ню	0.000180	ня	0.001363	н	0.000000
ош	0.001072	ощ	0.000282	оы	0.000000	оь	0.000000	оз	0.000189	ою	0.001345	оя	0.000967	о	0.000000
пш	0.000028	пщ	0.000000	пы	0.000340	пь	0.000164	пэ	0.000001	пю	0.000001	пя	0.000286	п	0.000000
рш	0.000433	рщ	0.000023	ры	0.002195	рь	0.000516	рэ	0.000024	рю	0.000106	ря	0.001306	р	0.000000
сш	0.000110	сщ	0.000002	сы	0.000649	сь	0.003523	сэ	0.000038	сю	0.000210	ся	0.003978	с	0.000000
тш	0.000017	тщ	0.000019	ты	0.001691	ть	0.006009	тэ	0.000087	тю	0.000029	тя	0.000586	т	0.000000
уш	0.000833	ущ	0.000269	уы	0.000000	уь	0.000000	уз	0.000003	ую	0.001169	уя	0.000136	у	0.000000
фш	0.000001	фщ	0.000000	фы	0.000010	фь	0.000011	фэ	0.000000	фю	0.000001	фя	0.000005	ф	0.000000
хш	0.000047	хщ	0.000005	хы	0.000000	хь	0.000005	хэ	0.000045	хю	0.000007	хя	0.000042	х	0.000000
цш	0.000002	цщ	0.000001	цы	0.000467	ць	0.000007	цэ	0.000000	цю	0.000001	ця	0.000013	ц	0.000000
чш	0.000126	чщ	0.000000	чы	0.000000	чь	0.000391	чэ	0.000000	чю	0.000000	чя	0.000000	ч	0.000000
шш	0.000002	шщ	0.000000	шы	0.000002	шь	0.000293	шэ	0.000000	шю	0.000001	шя	0.000001	ш	0.000000
щш	0.000000	щщ	0.000000	щы	0.000000	щь	0.000036	щэ	0.000000	щю	0.000000	щя	0.000000	щ	0.000000
ыш	0.000640	ыщ	0.000006	ыы	0.000000	ыь	0.000000	ыз	0.000042	ыю	0.000002	ыя	0.000040	ы	0.000000
ьш	0.000516	ьщ	0.000005	ьы	0.000000	ьь	0.000000	ьэ	0.000091	ью	0.000415	ья	0.000714	ь	0.000000
эш	0.000001	эш	0.000000	эы	0.000000	эь	0.000000	ээ	0.000010	эю	0.000000	эя	0.000000	э	0.000000

юш	0.000040	ющ	0.000314	юы	0.000000	юь	0.000000	юз	0.000034	юю	0.000039	юя	0.000053	ю	0.000000
яш	0.000073	ящ	0.000174	яы	0.000000	яь	0.000000	яз	0.000117	яю	0.000074	яя	0.000165	я	0.000000

## Частота появлення біграм без перетину та без пробілів

аа	0.000199	аб	0.003547	ав	0.005715	аг	0.001012	ад	0.002411	ае	0.001493	аж	0.001226	аз	0.004501
ба	0.001469	бб	0.000090	бв	0.000306	бг	0.000080	бд	0.000126	бе	0.002255	бж	0.000022	бз	0.000095
ва	0.005878	вб	0.000260	вв	0.000524	вг	0.000464	вд	0.000772	ве	0.006244	вж	0.000049	вз	0.000605
га	0.001012	гб	0.000041	гв	0.000160	гг	0.000046	гд	0.001326	ге	0.000291	гж	0.000000	гз	0.000053
да	0.004897	дб	0.000027	дв	0.001272	дг	0.000092	дд	0.000112	де	0.004943	дж	0.000019	дз	0.000090
еа	0.000219	еб	0.002362	ев	0.004557	ег	0.003931	ед	0.003987	ее	0.001850	еж	0.001309	ез	0.001877
жа	0.001139	жб	0.000049	жв	0.000027	жг	0.000029	жд	0.000869	же	0.003899	жж	0.000012	жз	0.000005
за	0.006657	зб	0.000388	зв	0.000913	зг	0.000340	зд	0.001127	зе	0.000680	зж	0.000080	зз	0.000092
иа	0.000459	иб	0.001772	ив	0.005698	иг	0.001153	ид	0.003217	ие	0.003387	иж	0.000490	из	0.003452
йа	0.000143	йб	0.000473	йв	0.000673	йг	0.000265	йд	0.000527	йе	0.000112	йж	0.000172	йз	0.000214
ка	0.010520	кб	0.000386	кв	0.000619	кг	0.000134	кд	0.000146	ке	0.000617	кж	0.000199	кз	0.000126
ла	0.005506	лб	0.002314	лв	0.000731	лг	0.000415	лд	0.000354	ле	0.005060	лж	0.000243	лз	0.000148
ма	0.000219	мб	0.000381	мв	0.000959	мг	0.000289	мд	0.000347	ме	0.004603	мж	0.000151	мз	0.000187
на	0.010843	нб	0.000189	нв	0.000371	нг	0.000151	нд	0.000507	не	0.010141	нж	0.000053	нз	0.000233
оа	0.000221	об	0.005569	ов	0.011418	ог	0.007143	од	0.006562	ое	0.003163	ож	0.002802	оз	0.002909
па	0.002049	пб	0.000845	пв	0.000078	пг	0.000007	пд	0.000015	пе	0.002625	пж	0.000000	пз	0.000007
ра	0.008218	рб	0.000138	рв	0.000714	рг	0.000316	рд	0.000396	ре	0.007106	рж	0.000306	рз	0.000199
са	0.002035	сб	0.000286	св	0.002870	сг	0.000138	сд	0.000437	се	0.004360	сж	0.000073	сз	0.000095
та	0.007223	тб	0.000357	тв	0.003096	тг	0.000138	тд	0.000500	те	0.005574	тж	0.000148	тз	0.000117
уа	0.000100	уб	0.001085	ув	0.001449	уг	0.001513	уд	0.002076	уе	0.000299	уж	0.001622	уз	0.000461
фа	0.000197	фб	0.000005	фв	0.000007	фг	0.000000	фд	0.000010	фе	0.000087	фж	0.000000	фз	0.000005
ха	0.000864	хб	0.000214	хв	0.000859	хг	0.000209	хд	0.000299	хе	0.000260	хж	0.000083	хз	0.000221
ца	0.000796	цб	0.000012	цв	0.000109	цг	0.000007	цд	0.000017	це	0.001049	цж	0.000000	цз	0.000007
ча	0.002355	чб	0.000010	чв	0.000044	чг	0.000007	чд	0.000010	че	0.003581	чж	0.000002	чз	0.000007
ша	0.001236	шб	0.000007	шв	0.000046	шг	0.000007	шд	0.000005	ше	0.002357	шж	0.000000	шз	0.000000
ща	0.000488	щб	0.000000	щв	0.000002	щг	0.000000	щд	0.000000	ще	0.001464	щж	0.000000	щз	0.000000
ья	0.000066	yb	0.000527	ыв	0.001801	yg	0.000308	yd	0.000398	ye	0.002217	yj	0.000058	yz	0.000180
ьа	0.000090	ьб	0.000971	ьв	0.001277	ьг	0.000248	ьд	0.000398	ье	0.000988	ьж	0.000104	ьз	0.000362
эа	0.000000	эб	0.000000	эв	0.000010	эг	0.000010	эд	0.000010	эе	0.000000	эж	0.000000	эз	0.000015
юа	0.000061	юб	0.000345	юв	0.000328	юг	0.000197	юд	0.000313	юе	0.000080	юж	0.000219	юз	0.000119
яа	0.000102	яб	0.000422	яв	0.001615	яг	0.000427	яд	0.001105	яе	0.000250	яж	0.000279	яз	0.000673

аи	0.001255	ай	0.000731	ак	0.007934	ал	0.008854	ам	0.004552	ан	0.007053	ао	0.001010	ап	0.003285
би	0.001233	бй	0.000000	бк	0.000384	бл	0.002423	бм	0.000070	бн	0.000588	бо	0.002809	бп	0.000966
ви	0.004234	вй	0.000002	вк	0.000942	вл	0.000957	вм	0.001391	вн	0.001629	во	0.008677	вп	0.000898
ги	0.000995	гй	0.000000	гк	0.000114	гл	0.001612	гм	0.000039	гн	0.000488	го	0.010311	гп	0.000126
ди	0.002498	дй	0.000000	дк	0.000313	дл	0.000707	дм	0.000075	дн	0.002452	до	0.003751	дп	0.000214
еи	0.001578	ей	0.002200	ек	0.002547	ел	0.006898	ем	0.005387	ен	0.008626	ео	0.001486	еп	0.003671
жи	0.001721	жй	0.000000	жк	0.000148	жл	0.000010	жм	0.000027	жн	0.001153	жо	0.000073	жп	0.000017
зи	0.000454	зй	0.000000	зк	0.000388	зл	0.000279	зм	0.000306	зн	0.002015	зо	0.001034	зп	0.000163
ии	0.002472	ий	0.001753	ик	0.004193	ил	0.005766	им	0.003991	ин	0.005652	ио	0.001845	ип	0.003217
йи	0.000609	ий	0.000000	йк	0.000716	йл	0.000143	йм	0.000306	йн	0.001049	йо	0.000405	йп	0.000910
ки	0.005132	кй	0.000002	кк	0.000469	кл	0.000719	км	0.000185	кн	0.001095	ко	0.012448	кп	0.000473
ли	0.009483	лй	0.000000	лк	0.001017	лл	0.000148	лм	0.000316	лн	0.001226	ло	0.007820	лп	0.000891
ми	0.005266	мй	0.000005	мк	0.000745	мл	0.001078	мм	0.000345	мн	0.002117	мо	0.003809	мп	0.001367
ни	0.008774	нй	0.000000	нк	0.000767	нл	0.000044	нм	0.000223	нн	0.003778	но	0.010644	нп	0.000313
ои	0.002440	ой	0.003486	ок	0.003348	ол	0.008102	ом	0.006186	он	0.008260	оо	0.001568	оп	0.004254
пи	0.001530	пй	0.000000	пк	0.000291	пл	0.000862	пм	0.000036	пн	0.000187	по	0.010731	пп	0.000061
ри	0.005594	рй	0.000002	рк	0.000762	рл	0.000539	рм	0.000692	рн	0.001255	ро	0.008556	рп	0.000376
си	0.001848	сй	0.000000	ск	0.005094	сл	0.002865	см	0.000896	сн	0.001430	со	0.003217	сп	0.001775
ти	0.004509	тй	0.000000	тк	0.000799	тл	0.000495	тм	0.000192	тн	0.001508	то	0.015019	тп	0.000617
уй	0.000658	уй	0.000056	ук	0.001942	ул	0.002088	ум	0.001228	ун	0.001015	уо	0.000367	уп	0.001500
фи	0.000371	фй	0.000000	фк	0.000002	фл	0.000049	фм	0.000002	фн	0.000015	фо	0.000204	фп	0.000019
хи	0.000673	хй	0.000000	хк	0.000488	хл	0.000432	хм	0.000240	хн	0.000658	хо	0.002423	хп	0.000607
ци	0.000403	цй	0.000000	цк	0.000245	цл	0.000005	цм	0.000005	цн	0.000027	цо	0.000257	цп	0.000032
чи	0.001828	чй	0.000000	чк	0.000452	чл	0.000058	чм	0.000012	чн	0.000767	чо	0.000231	чп	0.000024
ши	0.003025	шй	0.000000	шк	0.000503	шл	0.000444	шм	0.000039	шн	0.000422	шо	0.000294	шп	0.000041

щи	0.000731	щй	0.000000	щк	0.000002	щл	0.000000	щм	0.000000	щн	0.000046	що	0.000036	щп	0.000002
ьи	0.000563	ый	0.001775	ык	0.000816	ыл	0.002867	ым	0.001797	ын	0.001124	ьо	0.000367	ып	0.000801
ьи	0.001042	ый	0.000000	ык	0.002503	ыл	0.000250	ым	0.000563	ын	0.002603	ьо	0.000794	ып	0.001080
эи	0.000000	эй	0.000010	эк	0.000051	эл	0.000022	эм	0.000005	эн	0.000005	эо	0.000000	эп	0.000044
юи	0.000352	юй	0.000002	юк	0.000362	юл	0.000124	юм	0.000199	юн	0.000430	юо	0.000269	юп	0.000512
яи	0.000791	яй	0.000044	як	0.001224	ял	0.001165	ям	0.000969	ян	0.002020	яо	0.000670	яп	0.001063

ар	0.004470	ас	0.005705	ат	0.005883	ау	0.000541	аф	0.000250	ах	0.001491	ац	0.000311	ач	0.001476
бр	0.002044	бс	0.000439	бт	0.000165	бу	0.001874	бф	0.000000	бх	0.000075	бц	0.000024	бч	0.000090
вр	0.001146	вс	0.005135	вт	0.000881	ву	0.000847	вф	0.000002	вх	0.000073	вц	0.000070	вч	0.000202
гр	0.001020	гс	0.000078	гт	0.000102	гу	0.000879	гф	0.000000	гх	0.000012	гц	0.000002	гч	0.000039
др	0.001588	дс	0.000539	дт	0.000291	ду	0.001872	дф	0.000002	дх	0.000041	дц	0.000231	дч	0.000056
ер	0.007206	ес	0.008221	ет	0.006264	еу	0.000665	еф	0.000066	ех	0.000995	ец	0.000466	еч	0.001993
жр	0.000015	жс	0.000126	жт	0.000056	жу	0.000180	жф	0.000000	жх	0.000007	жц	0.000325	жч	0.000007
эр	0.000257	зс	0.000238	зт	0.000180	зу	0.000381	зф	0.000000	зх	0.000007	зц	0.000017	зч	0.000061
ир	0.001736	ис	0.006660	ит	0.004776	иу	0.000692	иф	0.000131	их	0.003343	иц	0.001020	ич	0.002311
йр	0.000415	йс	0.001428	йт	0.000723	йу	0.000170	йф	0.000036	йх	0.000097	йц	0.000080	йч	0.000228
кр	0.002345	кс	0.000825	кт	0.000903	ку	0.002187	кф	0.000005	кх	0.000049	кц	0.000160	кч	0.000182
лр	0.000189	лс	0.002003	лт	0.000495	лу	0.001522	лф	0.000049	лх	0.000039	лц	0.000017	лч	0.000384
мр	0.000340	мс	0.001042	мт	0.000376	му	0.002214	мф	0.000034	мх	0.000078	мц	0.000032	мч	0.000320
нр	0.000347	нс	0.000971	нт	0.000503	ну	0.003008	нф	0.000017	нх	0.000051	нц	0.000289	нч	0.000291
ор	0.008138	ос	0.008527	от	0.008449	оу	0.000772	оф	0.000265	ох	0.000782	оц	0.000155	оч	0.002637
пр	0.006524	пс	0.000092	пт	0.000952	пу	0.001284	пф	0.000000	пх	0.000005	пц	0.000046	пч	0.000066
рр	0.000024	рс	0.000699	рт	0.000784	ру	0.003309	рф	0.000007	рх	0.000233	рц	0.000053	рч	0.000153
ср	0.000362	сс	0.001076	ст	0.014227	су	0.000813	сф	0.000027	сх	0.000262	сц	0.000063	сч	0.000340
тр	0.004016	тс	0.001464	тт	0.000422	ту	0.001566	тф	0.000019	тх	0.000068	тц	0.000146	тч	0.000345
ур	0.001284	ус	0.002316	ут	0.001920	уу	0.000102	уф	0.000017	ух	0.000714	уц	0.000022	уч	0.001221
фр	0.000090	фс	0.000034	фт	0.000039	фу	0.000051	фф	0.000002	фх	0.000015	фц	0.000000	фч	0.000005
хр	0.000534	хс	0.000801	хт	0.000269	ху	0.000410	хф	0.000019	хх	0.000066	хц	0.000024	хч	0.000100
цр	0.000005	цс	0.000053	цт	0.000017	цу	0.000245	цф	0.000002	цх	0.000005	цц	0.000000	цч	0.000005
чр	0.000109	чс	0.000034	чт	0.003314	чу	0.000726	чф	0.000000	чх	0.000007	чц	0.000000	чч	0.000015
шр	0.000007	шс	0.000041	шт	0.000019	шу	0.000301	шф	0.000000	шх	0.000002	шц	0.000002	шч	0.000000
щр	0.000000	щс	0.000002	щт	0.000002	щу	0.000070	щф	0.000000	щх	0.000000	щц	0.000000	щч	0.000002
ыр	0.000490	ыс	0.001146	ыт	0.001005	ыу	0.000148	ыф	0.000010	ых	0.001559	ыц	0.000114	ыч	0.000262
ьр	0.000272	ьс	0.001782	ьт	0.000694	ьу	0.000231	ьф	0.000029	ьх	0.000182	ьц	0.000085	ьч	0.000413
эр	0.000000	эс	0.000002	эт	0.001564	эу	0.000000	эф	0.000000	эх	0.000007	эц	0.000000	эч	0.000002
юр	0.000187	юс	0.000507	ют	0.000563	юу	0.000083	юф	0.000017	юх	0.000044	юц	0.000027	юч	0.000284
яр	0.000464	яс	0.001491	ят	0.001848	яу	0.000202	яф	0.000041	ях	0.000524	яц	0.000051	яч	0.000483

аш	0.000857	аш	0.000262	аы	0.000000	аь	0.000000	аз	0.000168	аю	0.000646	ая	0.002241	а	0.000000
бш	0.000032	бщ	0.000158	бы	0.004807	бь	0.000129	бэ	0.000034	бю	0.000000	бя	0.000306	б	0.000000
вш	0.002447	вщ	0.000002	вы	0.003020	вь	0.000233	вэ	0.000187	вю	0.000002	вя	0.000476	в	0.000000
гш	0.000017	гщ	0.000000	гы	0.000000	гь	0.000002	гэ	0.000015	гю	0.000002	гя	0.000002	г	0.000000
дш	0.000136	дщ	0.000000	ды	0.000881	дь	0.000728	дэ	0.000005	дю	0.000078	дя	0.000296	д	0.000000
еш	0.000845	ещ	0.000906	еы	0.000000	еь	0.000000	ез	0.000265	ею	0.000464	ея	0.000284	е	0.000000
жш	0.000000	жщ	0.000000	жы	0.000000	жь	0.000114	жэ	0.000000	жю	0.000000	жя	0.000005	ж	0.000000
эш	0.000036	эш	0.000000	зы	0.000515	зь	0.000206	зэ	0.000017	зю	0.000010	зя	0.000308	з	0.000000
иш	0.000634	ищ	0.000442	иы	0.000000	иь	0.000000	из	0.000189	ию	0.000403	ия	0.001835	и	0.000000
йш	0.000158	йщ	0.000002	йы	0.000000	йь	0.000000	йэ	0.000063	йю	0.000010	йя	0.000068	й	0.000000
кш	0.000049	кщ	0.000012	кы	0.000007	кь	0.000000	кэ	0.000041	кю	0.000000	кя	0.000032	к	0.000000
лш	0.000041	лщ	0.000005	лы	0.000930	ль	0.005387	лэ	0.000056	лю	0.000884	ля	0.002610	л	0.000000
мш	0.000032	мщ	0.000010	мы	0.000957	мь	0.000061	мэ	0.000066	мю	0.000005	мя	0.000532	м	0.000000
нш	0.000015	нщ	0.000085	ны	0.004693	нь	0.000993	нэ	0.000032	ню	0.000185	ня	0.001401	н	0.000000
ош	0.001029	ощ	0.000299	оы	0.000000	оь	0.000000	оз	0.000192	ою	0.001313	оя	0.000952	о	0.000000
пш	0.000017	пщ	0.000000	пы	0.000342	пь	0.000155	пэ	0.000002	пю	0.000000	пя	0.000316	п	0.000000
рш	0.000427	рщ	0.000017	ры	0.002153	рь	0.000510	рэ	0.000024	рю	0.000087	ря	0.001343	р	0.000000
сш	0.000107	сщ	0.000002	сы	0.000677	сь	0.003484	сэ	0.000036	сю	0.000192	ся	0.004118	с	0.000000
тш	0.000024	тщ	0.000022	ты	0.001767	ть	0.005939	тэ	0.000097	тю	0.000024	тя	0.000580	т	0.000000
уш	0.000808	ущ	0.000279	уы	0.000000	уь	0.000000	уэ	0.000049	ую	0.001190	уя	0.000126	у	0.000000
фш	0.000000	фщ	0.000000	фы	0.000010	фь	0.000012	фэ	0.000000	фю	0.000002	фя	0.000005	ф	0.000000
хш	0.000046	хщ	0.000005	хы	0.000000	хь	0.000002	хэ	0.000046	хю	0.000002	хя	0.000039	х	0.000000
цш	0.000005	цщ	0.000002	цы	0.000549	ць	0.000002	цэ	0.000000	цю	0.000002	ця	0.000012	ц	0.000000
чш	0.000136	чщ	0.000000	чы	0.000000	чь	0.000415	чэ	0.000000	чю	0.000000	чя	0.000000	ч	0.000000
шш	0.000002	шщ	0.000000	шы	0.000002	шь	0.000274	шэ	0.000000	шю	0.000002	шя	0.000002	ш	0.000000
щш	0.000000	щщ	0.000000	щы	0.000000	щь	0.000034	щэ	0.000000	щю	0.000000	щя	0.000000	щ	0.000000
ыш	0.000585	ыщ	0.000005	ыы	0.000000	ыь	0.000000	ыэ	0.000049	ыю	0.000002	ыя	0.000024	ы	0.000000
ьш	0.000449	ьщ	0.000002	ьы	0.000000	ьь	0.000000	ьэ	0.000000	ью	0.000415	ья	0.000726	ь	0.000000

Далі наведено результати експериментів у CoolPinkProgram для  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$  (було проведено 50 відгадувань для узятих 10, 20 та 30 послідовних символів з тексту):

---

X

X

$$q[32] = 0$$

Результати для  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$  у вигляді таблиці.

$2,49295863499341 < H(10) < 3,10886173432001$
$2,02887243419363 < H(20) < 2,87907371999172$
$1,60488760911036 < H(30) < 2,34945709932942$

І останнім кроком ми відобразимо результати підрахунку ентропії в різних варіантах, а також обчислим надлишковість російської мови.

Варіант n-грами	Ентропія	Надлишковість
Літери з пробілами	4.347504	0.130499
Літери без пробілів	4.465207	0.098702
Біграми з перетином та з пробілами	3.973128	0.205374
Біграми з перетином та без пробілів	4.152276	0.161867
Біграми з кроком 2 та з пробілами	3.973018	0.205396
Біграми з кроком 2 та без пробілів	4.151130	0.162098

## Висновок

У результаті виконання практичної роботи ми засвоїли методи отримання ентропії на символ джерела та його надлишковості. Також порівняли різні моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії. В ході роботи було написано програму на мові C++, що обчислює частоту появи n-грам, ентропію та надлишковість.