

Криптографія

Лабораторна робота №1

Підготував: Літвінчук В.С. ФБ-81
Перевірив: Чорний О.М.

Мета роботи

Засвоєння понять ентропії на символ джерела та його надлишковості, вивчення та порівняння різних моделей джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії, набуття практичних навичок щодо оцінки ентропії на символ джерела.

Завдання до виконання:

Завдання до виконання

0. Уважно прочитати методичні вказівки до виконання комп'ютерного практикуму.
1. Написати програми для підрахунку частот букв і частот біграм в тексті, а також підрахунку H_1 та H_2 за безпосереднім означенням. Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення H_1 та H_2 на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини (щонайменше 1Мб), де імовірності замінити відповідними частотами. Також одержати значення H_1 та H_2 на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли.
2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення $H(10)$, $H(20)$, $H(30)$.
3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

Хід роботи

В результаті виконання лабораторної роботи були створені наступні файли:

- text(utf8).txt (вхідний необроблений текст)
- ftext(utf8).txt (відформатований текст з пробілами)
- fwstext(utf8).txt (відформатований текст бзе пробілів)
- results.txt (результати виконання програм)
- Formating_with_spaces.py (програма, написана мовою python, що виконує форматування вхідного тексту, а саме: замінює всі символи, окрім символів алфавіту, на пробіли, а символи ё та ъ на е та ъ, після чого послідовність пробілів замінює одним пробілом; text(utf8).txt -> ftext(utf8).txt)
- Formating_without_spaces.py (програма, написана мовою python, що видаляє всі пробіли з попередньо обробленого тексту (Formating_with_spaces.py); ftext(utf8).txt -> fwstext(utf8).txt)
- Fr_En_Mono.py (програма, написана мовою python, яка виконує наступну послідовність дій: спочатку вона підраховує, скільки разів зустрічається кожна літера(монограма), далі

рахує частоту кожної монограми виконуючи ділення (к-ть разів)/(к-ть символів у тексті), після чого обчислює ентропію, надлишковість та заносить результати (таблицю частот, ентропію, надлишковість) до results.txt; ця послідовність дій виконується одночасно для тексту з пробілами та без)

- Fr_En_Bigrams.py (програма, написана моєю python, що виконує наступну послідовність дій: спочатку ми повинні проініціалізувати змінну step, яка визначає для якого типу біграм будуть виконуватись обрахунки, 1-crossed, 2-not crossed; далі програма підраховує скільки разів кожна біграма зустрічається в тексті, потім підраховує частоту кожної біграми, після чого виконує обчислення ентропії та надлишковості; всі результати(таблиця частот, ентропія, надлишковість) заносяться до resusts.txt; дана послідовність дій виконується одночасно для тексту з пробілами та без)

- Pink_H_10.PNG (скріншот результату 50 експериментів у програмі CoolPinkProgram.exe для H10)

- Pink_H_20.PNG (скріншот результату 50 експериментів у програмі CoolPinkProgram.exe для H20)

- Pink_H_30.PNG (скріншот результату 50 експериментів у програмі CoolPinkProgram.exe для H30)

Таблиці частот

Частоти монограм в тексті з пробілами

0.17431	п 0.02160
а 0.06150	р 0.03367
б 0.01556	с 0.04682
в 0.04180	т 0.04746
г 0.01860	у 0.02198
д 0.02976	ф 0.00150
е 0.07373	х 0.00911
ж 0.00770	ц 0.00399
з 0.01350	ч 0.00848
и 0.07504	ш 0.00648
й 0.00805	щ 0.00305
к 0.02153	ы 0.01590
л 0.03677	ь 0.01299
м 0.02716	э 0.00083
н 0.04618	ю 0.00603
о 0.09179	я 0.01710

Частоти Монограм для тексту без пробілів

а 0.07448	р 0.04077
б 0.01884	с 0.05671
в 0.05063	т 0.05748
г 0.02253	у 0.02662
д 0.03604	ф 0.00182
е 0.08930	х 0.01104
ж 0.00932	ц 0.00484
з 0.01635	ч 0.01027
и 0.09088	ш 0.00785
й 0.00975	щ 0.00370
к 0.02608	ы 0.01926
л 0.04453	ь 0.01574
м 0.03289	э 0.00101
н 0.05593	ю 0.00730
о 0.11117	я 0.02071
п 0.02617	

Частоти Біграм-crossed для тексту з пробілами

а 0.00228	ак 0.00329	бц 0.00000	гв 0.00001	дц 0.00058	жа 0.00067	зч 0.00000	йд 0.00044	лд 0.00004	мс 0.00019
б 0.00690	ал 0.00637	бч 0.00000	гг 0.00001	дч 0.00001	жб 0.00003	зш 0.00000	йе 0.00000	ле 0.00435	мт 0.00000
в 0.01666	ам 0.00368	бш 0.00001	гд 0.00114	дш 0.00007	жв 0.00000	зы 0.00040	йи 0.00000	лж 0.00027	му 0.00274
г 0.00603	ан 0.00299	бщ 0.00007	ге 0.00028	дщ 0.00002	жг 0.00002	зь 0.00021	йк 0.00000	лз 0.00000	мф 0.00001
д 0.00754	ао 0.00018	бы 0.00272	гз 0.00000	ды 0.00077	жд 0.00104	зо 0.00001	йл 0.00000	ли 0.00777	мц 0.00001
е 0.00540	ап 0.00064	бь 0.00012	ги 0.00080	дь 0.00121	же 0.00310	зя 0.00030	йм 0.00002	лк 0.00010	мч 0.00001
ж 0.00238	ар 0.00342	бя 0.00078	гк 0.00001	дю 0.00000	жж 0.00011	и 0.02923	йн 0.00019	лл 0.00008	мш 0.00000
з 0.00393	ас 0.00287	в 0.00705	гл 0.00060	дя 0.00046	жи 0.00188	иа 0.00036	йо 0.00000	лм 0.00004	мщ 0.00002
и 0.02440	ат 0.00294	ва 0.00494	гн 0.00049	е 0.01699	жк 0.00002	иб 0.00114	йс 0.00058	лн 0.00034	мы 0.00076
к 0.00750	ау 0.00016	вб 0.00000	го 0.01210	еа 0.00004	жл 0.00000	ив 0.00166	йт 0.00046	ло 0.00471	мь 0.00018
л 0.00201	аф 0.00033	вв 0.00008	гп 0.00000	еб 0.00229	жм 0.00000	иг 0.00029	йц 0.00003	лп 0.00002	мя 0.00057
м 0.00674	ах 0.00107	вг 0.00000	гр 0.00071	ев 0.00203	жн 0.00042	ид 0.00171	йч 0.00000	лс 0.00066	н 0.00375
н 0.01447	ац 0.00002	вд 0.00022	гс 0.00001	ег 0.00486	жо 0.00002	ие 0.00290	йш 0.00010	лт 0.00003	на 0.00980
о 0.01034	ач 0.00059	ве 0.00559	гт 0.00000	ед 0.00275	жр 0.00005	иж 0.00019	йя 0.00000	лу 0.00119	нг 0.00010
п 0.01475	аш 0.00111	вз 0.00040	гу 0.00045	ее 0.00121	жс 0.00000	из 0.00303	к 0.00402	лф 0.00001	нд 0.00003
р 0.00298	ащ 0.00023	ви 0.00315	гф 0.00000	еж 0.00089	жу 0.00021	ии 0.00124	ка 0.00512	лх 0.00003	не 0.00837
с 0.01755	аз 0.00000	вк 0.00004	гч 0.00001	ез 0.00087	жч 0.00002	ий 0.00119	кб 0.00000	лц 0.00000	нз 0.00001
т 0.00835	аю 0.00092	вл 0.00079	гш 0.00001	ени 0.00022	жь 0.00004	ик 0.00197	кв 0.00011	лч 0.00007	ни 0.00888
у 0.00380	ая 0.00066	vm 0.00014	д 0.00195	ей 0.00239	з 0.00153	ил 0.00585	кд 0.00000	лш 0.00001	нк 0.00007
ф 0.00037	б 0.00027	вн 0.00055	да 0.00545	ек 0.00109	за 0.00407	им 0.00379	ке 0.00027	лщ 0.00000	нл 0.00000
х 0.00142	ба 0.00043	во 0.00986	дб 0.00001	ел 0.00584	зб 0.00025	ин 0.00261	кж 0.00009	лы 0.00055	нм 0.00001
ц 0.00126	бб 0.00005	вп 0.00007	дв 0.00064	ем 0.00536	зв 0.00089	ио 0.00065	ки 0.00196	ль 0.00180	нн 0.00193
ч 0.00399	бв 0.00005	вр 0.00092	дг 0.00000	ен 0.00687	зг 0.00016	ип 0.00027	кк 0.00003	лю 0.00110	но 0.00613
ш 0.00044	бг 0.00000	вс 0.00263	дд 0.00005	ео 0.00010	зд 0.00052	ир 0.00083	кл 0.00051	ля 0.00177	нр 0.00001
щ 0.00004	бд 0.00001	вт 0.00008	де 0.00611	еп 0.00062	зе 0.00110	ис 0.00352	км 0.00000	м 0.00811	нс 0.00021
э 0.00081	бе 0.00193	ву 0.00092	дж 0.00000	ер 0.00476	жж 0.00001	ит 0.00435	кн 0.00023	ма 0.00164	нт 0.00006
ю 0.00010	бж 0.00000	вф 0.00001	дз 0.00001	ес 0.00480	зз 0.00015	иу 0.00046	ко 0.00641	мв 0.00002	ну 0.00114
я 0.00190	бз 0.00000	vx 0.00008	ди 0.00260	ет 0.00510	зи 0.00026	иф 0.00017	кр 0.00134	мг 0.00001	нф 0.00000
а 0.01520	би 0.00075	вц 0.00005	дк 0.00006	еу 0.00007	ж 0.00004	их 0.00336	кс 0.00006	мд 0.00000	нх 0.00001
аа 0.00043	бк 0.00001	вч 0.00008	дл 0.00082	еф 0.00028	зл 0.00051	иц 0.00071	кт 0.00057	ме 0.00378	нц 0.00020
аб 0.00066	бл 0.00129	вш 0.00057	дм 0.00006	ех 0.00079	зм 0.00017	ич 0.00037	ку 0.00078	мз 0.00000	нч 0.00007
ав 0.00383	бм 0.00003	вщ 0.00000	дн 0.00186	ец 0.00032	зн 0.00110	иш 0.00060	кф 0.00000	ми 0.00299	нш 0.00000
аг 0.00100	бн 0.00025	вы 0.00236	до 0.00356	еч 0.00103	зо 0.00055	ищ 0.00045	кх 0.00001	мк 0.00005	нщ 0.00010
ад 0.00204	бо 0.00366	вь 0.00038	дп 0.00003	еш 0.00087	зр 0.00102	из 0.00000	кш 0.00001	мл 0.00105	ны 0.00274
ае 0.00122	бр 0.00142	вю 0.00000	др 0.00083	ещ 0.00036	зс 0.00000	ию 0.00040	л 0.00686	мм 0.00007	нь 0.00085
аж 0.00090	бс 0.00004	вя 0.00084	дс 0.00024	ез 0.00000	зт 0.00000	ия 0.00175	ла 0.00484	мн 0.00145	ню 0.00013
аз 0.00295	бт 0.00000	г 0.00086	дт 0.00007	ею 0.00057	зу 0.00025	й 0.00622	лб 0.00004	мо 0.00341	ня 0.00158
аи 0.00096	бу 0.00164	га 0.00111	ду 0.00227	ея 0.00034	зф 0.00000	йв 0.00000	лв 0.00001	мп 0.00001	о 0.01731
ай 0.00082	бх 0.00001	гб 0.00000	дх 0.00001	ж 0.00007	зц 0.00000	йг 0.00000	лг 0.00007	мр 0.00010	оа 0.00025

об 0.00316	пт 0.00017	ря 0.00085	тз 0.00000	ур 0.00018	хг 0.00000	чв 0.00000	цн 0.00104	ьн 0.00002	юм 0.00000
ов 0.00738	пу 0.00078	с 0.00261	ти 0.00317	ус 0.00188	хд 0.00000	че 0.00232	цн 0.00005	ьк 0.00022	юн 0.00006
ог 0.00509	пф 0.00001	са 0.00198	тк 0.00028	ут 0.00130	хе 0.00019	чи 0.00121	цо 0.00000	ьм 0.00036	юп 0.00000
од 0.00733	пц 0.00001	сб 0.00005	тл 0.00009	уф 0.00002	хз 0.00000	чк 0.00003	щр 0.00001	ьн 0.00057	юр 0.00000
ое 0.00297	пч 0.00001	св 0.00262	тм 0.00004	ух 0.00044	хи 0.00028	чл 0.00002	щу 0.00016	ьп 0.00000	юс 0.00007
ож 0.00162	пш 0.00003	сг 0.00001	тн 0.00048	уц 0.00002	хл 0.00019	чм 0.00001	щь 0.00003	ьс 0.00068	ют 0.00055
оз 0.00140	пщ 0.00000	сд 0.00053	то 0.00966	уч 0.00057	хм 0.00001	чн 0.00037	ы 0.00590	ьт 0.00018	юх 0.00000
ои 0.00218	пы 0.00013	се 0.00475	ти 0.00015	уш 0.00070	хн 0.00004	чо 0.00005	ьб 0.00005	ьф 0.00000	юч 0.00007
ой 0.00226	пь 0.00007	сж 0.00002	тр 0.00202	уц 0.00030	хо 0.00132	чр 0.00012	ьв 0.00067	ьц 0.00009	ющ 0.00054
ок 0.00172	пя 0.00030	сз 0.00000	тс 0.00126	уз 0.00000	хп 0.00000	чт 0.00251	ьг 0.00002	ьч 0.00000	юю 0.00003
ол 0.00381	р 0.00056	си 0.00179	тт 0.00009	ую 0.00069	хр 0.00046	чу 0.00024	ьд 0.00009	ьш 0.00016	я 0.01058
ом 0.00400	ра 0.00711	ск 0.00358	ту 0.00080	уя 0.00004	хс 0.00006	чц 0.00000	ье 0.00103	ьщ 0.00002	яа 0.00000
он 0.00497	рб 0.00009	сл 0.00331	тф 0.00001	ф 0.00020	хт 0.00000	чш 0.00007	ьж 0.00002	ью 0.00031	яб 0.00001
оо 0.00006	рв 0.00023	см 0.00050	тх 0.00001	фа 0.00052	ху 0.00017	чь 0.00022	ьз 0.00002	ья 0.00051	яв 0.00024
оп 0.00078	рг 0.00014	сн 0.00064	тц 0.00035	фв 0.00000	хф 0.00000	ш 0.00013	ьи 0.00000	э 0.00000	яг 0.00004
ор 0.00569	рд 0.00055	со 0.00243	тч 0.00009	фг 0.00000	хц 0.00000	ша 0.00090	ьй 0.00118	эв 0.00000	яд 0.00010
ос 0.00770	ре 0.00595	сп 0.00338	тш 0.00001	фд 0.00000	хш 0.00000	шб 0.00000	ьк 0.00015	эг 0.00000	яе 0.00019
от 0.00763	рж 0.00019	ср 0.00030	тц 0.00002	фе 0.00017	хь 0.00000	шв 0.00001	ьл 0.00130	эд 0.00000	яж 0.00007
оу 0.00007	рз 0.00011	сс 0.00056	ты 0.00204	фи 0.00025	хю 0.00000	шг 0.00000	ьм 0.00076	эй 0.00000	яз 0.00032
оф 0.00020	ри 0.00455	ст 0.00945	ть 0.00483	фк 0.00000	ц 0.00036	ше 0.00184	ьн 0.00175	эл 0.00001	яи 0.00001
ох 0.00033	рк 0.00007	су 0.00101	тю 0.00000	фл 0.00002	ца 0.00220	ши 0.00171	ьп 0.00005	эм 0.00000	яй 0.00009
оц 0.00010	рл 0.00006	сф 0.00003	тя 0.00051	фм 0.00000	цб 0.00000	шк 0.00003	ьр 0.00016	эн 0.00000	як 0.00029
оч 0.00098	рм 0.00007	сх 0.00019	у 0.00694	фн 0.00001	цв 0.00003	шл 0.00056	ьс 0.00051	эп 0.00000	ял 0.00062
ош 0.00080	рн 0.00040	сц 0.00006	уа 0.00001	фо 0.00010	цг 0.00000	шм 0.00000	ьт 0.00032	эр 0.00000	ям 0.00052
ощ 0.00016	ро 0.00646	сч 0.00014	уб 0.00052	фр 0.00008	це 0.00080	шн 0.00021	ьу 0.00000	эс 0.00000	ян 0.00071
оз 0.00002	рп 0.00009	сш 0.00005	ув 0.00040	фс 0.00002	ци 0.00003	шю 0.00010	ьх 0.00111	эт 0.00082	яп 0.00000
ою 0.00130	рр 0.00006	сщ 0.00000	уг 0.00071	фт 0.00000	цк 0.00000	шп 0.00000	ьц 0.00000	эх 0.00000	яр 0.00006
оя 0.00051	рс 0.00047	сы 0.00160	уд 0.00302	фу 0.00005	цл 0.00000	шс 0.00000	ьч 0.00013	эц 0.00000	яс 0.00019
п 0.00003	рт 0.00068	сь 0.00177	уе 0.00017	фф 0.00003	цм 0.00000	шт 0.00000	ьш 0.00064	эш 0.00000	ят 0.00174
па 0.00105	ру 0.00222	сю 0.00008	уж 0.00091	фх 0.00000	цо 0.00015	шу 0.00022	ьщ 0.00004	ю 0.00404	яф 0.00000
пе 0.00131	рф 0.00001	ся 0.00336	уз 0.00022	фц 0.00000	ци 0.00000	шф 0.00000	ью 0.00000	юб 0.00026	ях 0.00017
пи 0.00084	рх 0.00008	т 0.00823	уи 0.00009	фш 0.00000	цр 0.00000	шх 0.00000	ья 0.00000	юг 0.00002	яц 0.00010
пк 0.00005	рц 0.00004	та 0.00418	уй 0.00012	фы 0.00002	цу 0.00017	шц 0.00002	ь 0.00944	юд 0.00034	яч 0.00021
пл 0.00075	рч 0.00003	тб 0.00001	ук 0.00082	фь 0.00001	цф 0.00000	шш 0.00000	ьб 0.00001	юе 0.00000	яш 0.00001
пн 0.00007	рш 0.00021	тв 0.00406	ул 0.00032	фя 0.00001	цц 0.00000	шь 0.00072	ьв 0.00003	юж 0.00002	ящ 0.00068
по 0.00979	рщ 0.00002	тг 0.00000	ум 0.00078	х 0.00570	цы 0.00023	щ 0.00001	ьг 0.00001	юз 0.00002	яю 0.00013
пп 0.00003	ры 0.00157	тд 0.00017	ун 0.00011	ха 0.00054	ч 0.00017	ща 0.00044	ьд 0.00009	юй 0.00000	яя 0.00005
пр 0.00614	рь 0.00054	те 0.00487	уо 0.00000	хб 0.00000	ча 0.00113	щв 0.00002	ье 0.00023	юк 0.00000	
пс 0.00004	рю 0.00024	тж 0.00000	уп 0.00070	хв 0.00013	чб 0.00000	ще 0.00130	ьз 0.00005	юл 0.00000	

Частоти Біграм-crossed для тексту без пробілів

аа 0.00079	бр 0.00172	га 0.00136	дт 0.00023	жв 0.00001	зч 0.00004	йи 0.00132	кщ 0.00000	мл 0.00135	нц 0.00012
аб 0.00158	бс 0.00007	гб 0.00004	ду 0.00278	жг 0.00003	зш 0.00001	йк 0.00034	кэ 0.00002	мм 0.00043	ны 0.00332
ав 0.00614	бт 0.00004	гв 0.00012	дф 0.00001	жд 0.00126	зы 0.00049	йл 0.00007	кю 0.00001	мн 0.00249	нь 0.00103
аг 0.00187	бу 0.00200	гг 0.00004	дх 0.00003	же 0.00377	зь 0.00025	йм 0.00031	кя 0.00006	мо 0.00461	нэ 0.00001
ад 0.00320	бх 0.00001	гд 0.00145	дц 0.00074	жж 0.00013	зэ 0.00001	йн 0.00080	ла 0.00603	мп 0.00075	ню 0.00016
ае 0.00206	бц 0.00000	ге 0.00038	дч 0.00003	жз 0.00000	зо 0.00001	йо 0.00034	лб 0.00029	мр 0.00024	ня 0.00194
аж 0.00138	бч 0.00000	гж 0.00001	дш 0.00009	жи 0.00229	зя 0.00037	йп 0.00058	лв 0.00079	мс 0.00110	оа 0.00052
аз 0.00402	бш 0.00001	гз 0.00003	дщ 0.00002	жк 0.00003	иа 0.00083	йр 0.00014	лг 0.00049	мт 0.00046	об 0.00469
аи 0.00397	бщ 0.00008	ги 0.00112	ды 0.00094	жл 0.00000	иб 0.00279	йс 0.00146	лд 0.00036	му 0.00348	ов 0.01137
ай 0.00100	бы 0.00329	гк 0.00005	дь 0.00147	жм 0.00001	ив 0.00599	йт 0.00082	ле 0.00594	мф 0.00003	ог 0.00679
ак 0.00482	бь 0.00015	гл 0.00073	дэ 0.00000	жн 0.00051	иг 0.00118	йу 0.00014	лж 0.00040	мх 0.00007	од 0.00987
ал 0.00790	бэ 0.00003	гм 0.00004	дю 0.00000	жо 0.00003	ид 0.00351	йф 0.00001	лз 0.00012	мц 0.00009	ое 0.00398
ам 0.00527	бю 0.00000	гн 0.00069	дя 0.00057	жп 0.00001	ие 0.00465	йх 0.00007	ли 0.01070	мч 0.00034	ож 0.00219
ан 0.00520	бя 0.00095	го 0.01471	еа 0.00024	жр 0.00007	иж 0.00074	йц 0.00010	лк 0.00042	мш 0.00001	оз 0.00214
ао 0.00121	ва 0.00611	гп 0.00007	еб 0.00384	жс 0.00001	из 0.00443	йч 0.00016	лл 0.00017	мщ 0.00002	ои 0.00544
ап 0.00213	вб 0.00019	гр 0.00086	ев 0.00434	жт 0.00000	ии 0.00484	йш 0.00016	лм 0.00050	мы 0.00092	ой 0.00273
ар 0.00445	вв 0.00058	гс 0.00010	ег 0.00651	жу 0.00025	ий 0.00144	йщ 0.00000	лн 0.00096	мь 0.00022	ок 0.00299
ас 0.00535	вг 0.00038	гт 0.00010	ед 0.00434	жх 0.00000	ик 0.00394	йэ 0.00002	ло 0.00625	мэ 0.00004	ол 0.00483
ат 0.00463	вд 0.00079	гу 0.00056	ее 0.00200	жч 0.00003	ил 0.00744	йю 0.00000	лп 0.00044	мю 0.00000	ом 0.00575
ау 0.00054	ве 0.00703	гф 0.00000	еж 0.00136	жъ 0.00004	им 0.00580	йя 0.00009	лр 0.00010	мя 0.00079	он 0.00776
аф 0.00044	вж 0.00016	гх 0.00000	ез 0.00161	жэ 0.00000	ин 0.00606	ка 0.00626	лс 0.00150	на 0.01195	оо 0.00147
ах 0.00147	вз 0.00080	гц 0.00001	ен 0.00307	жя 0.00000	ию 0.00330	кб 0.00024	лт 0.00038	нб 0.00030	оп 0.00260
ац 0.00018	ви 0.00488	гч 0.00003	ей 0.00290	за 0.00494	ип 0.00429	кв 0.00050	лу 0.00156	нв 0.00037	ор 0.00719
ач 0.00101	вк 0.00047	гш 0.00002	ек 0.00208	зб 0.00033	ир 0.00171	кг 0.00033	лф 0.00004	нг 0.00025	ос 0.01115
аш 0.00140	вл 0.00106	гэ 0.00000	ел 0.00728	зв 0.00123	ис 0.00860	кд 0.00018	лх 0.00008	нд 0.00020	от 0.01029
ащ 0.00028	vm 0.00045	гю 0.00000	ем 0.00732	зг 0.00027	ит 0.00659	ке 0.00042	лц 0.00014	не 0.01027	оу 0.00056
аз 0.00009	вн 0.00128	гя 0.00001	ен 0.00982	зд 0.00074	иу 0.00155	кж 0.00020	лч 0.00026	нж 0.00008	оф 0.00027
аю 0.00113	во 0.01231	да 0.00664	ео 0.00143	зе 0.00139	иф 0.00031	кз 0.00008	лш 0.00003	нз 0.00009	ох 0.00059
ая 0.00098	вп 0.00083	дб 0.00009	еп 0.00274	зж 0.00004	их 0.00434	ки 0.00288	лщ 0.00000	ни 0.01145	оц 0.00024
ба 0.00053	вр 0.00143	дв 0.00100	ер 0.00606	зз 0.00028	иц 0.00108	кк 0.00028	лы 0.00066	нк 0.00021	оч 0.00177
бб 0.00008	вс 0.00416	дг 0.00017	ес 0.00794	зи 0.00041	ич 0.00099	кл 0.00068	ль 0.00218	нл 0.00004	ош 0.00101
бв 0.00008	вт 0.00063	дд 0.00012	ет 0.00708	зк 0.00016	иш 0.00082	км 0.00017	лэ 0.00006	нм 0.00018	ощ 0.00020
бг 0.00001	ву 0.00126	де 0.00745	еу 0.00067	зл 0.00065	ищ 0.00055	кн 0.00078	лю 0.00134	нн 0.00268	оз 0.00017
бд 0.00002	вф 0.00005	дж 0.00003	еф 0.00037	зм 0.00029	из 0.00012	ко 0.00806	ля 0.00235	но 0.00769	ою 0.00158
бе 0.00234	vx 0.00019	дз 0.00006	ех 0.00116	зн 0.00154	ию 0.00050	кп 0.00040	ма 0.00215	нп 0.00043	оя 0.00101
бж 0.00001	вц 0.00013	ди 0.00346	ец 0.00050	зо 0.00072	ия 0.00251	кр 0.00171	мб 0.00036	нр 0.00009	па 0.00127
бз 0.00000	вч 0.00026	дк 0.00018	еч 0.00172	зп 0.00014	йа 0.00012	кс 0.00055	мв 0.00091	нс 0.00074	пб 0.00000
би 0.00097	вш 0.00073	дл 0.00110	еш 0.00108	зр 0.00131	йб 0.00023	кт 0.00095	мг 0.00035	нт 0.00021	пв 0.00000
бк 0.00002	вщ 0.00000	дм 0.00015	ещ 0.00045	зс 0.00028	йв 0.00065	ку 0.00104	мд 0.00040	ну 0.00154	пг 0.00000
бл 0.00156	вы 0.00285	дн 0.00253	ез 0.00011	зт 0.00007	йг 0.00025	кф 0.00002	ме 0.00485	нф 0.00002	пд 0.00000
бм 0.00005	вь 0.00046	до 0.00442	ею 0.00070	зу 0.00035	йд 0.00102	кх 0.00005	мж 0.00010	нх 0.00005	пе 0.00159
бн 0.00032	вэ 0.00009	дп 0.00015	ея 0.00058	зф 0.00001	йе 0.00019	кц 0.00006	мз 0.00017	нц 0.00028	пж 0.00000
бо 0.00450	вю 0.00001	др 0.00103	жа 0.00081	зх 0.00002	йж 0.00013	кч 0.00015	ми 0.00567	нч 0.00021	пз 0.00000
бп 0.00001	вя 0.00105	дс 0.00054	жб 0.00004	зц 0.00001	йз 0.00023	кш 0.00002	мк 0.00048	нш 0.00002	пи 0.00103

пк 0.00006	рц 0.00002	тж 0.00014	ут 0.00215	хг 0.00021	цс 0.00002	ше 0.00224	ыз 0.00018	ьх 0.00009	юф 0.00001
пл 0.00091	ры 0.00191	тз 0.00023	уу 0.00011	хд 0.00029	цг 0.00003	шж 0.00000	ын 0.00110	ьц 0.00016	юх 0.00003
пн 0.00008	рь 0.00066	ти 0.00475	уф 0.00004	хе 0.00037	цу 0.00021	шз 0.00000	ый 0.00143	ьч 0.00025	юц 0.00003
по 0.01186	рэ 0.00000	тк 0.00076	ух 0.00060	хж 0.00011	цф 0.00000	ши 0.00210	ык 0.00043	ьш 0.00022	юч 0.00021
пп 0.00004	рю 0.00029	тл 0.00032	уц 0.00010	хз 0.00012	цх 0.00000	шк 0.00005	ыл 0.00165	ьщ 0.00002	юш 0.00001
пр 0.00743	ря 0.00104	тм 0.00050	уч 0.00123	хи 0.00182	ци 0.00000	шл 0.00068	ым 0.00115	ьэ 0.00005	ющ 0.00066
пс 0.00005	са 0.00243	тн 0.00141	уш 0.00086	хк 0.00040	цч 0.00001	шм 0.00001	ын 0.00287	ью 0.00039	юз 0.00002
пт 0.00021	сб 0.00016	то 0.01229	уц 0.00036	хл 0.00032	циш 0.00000	шн 0.00027	ьо 0.00047	ья 0.00070	юю 0.00004
пу 0.00095	св 0.00345	тп 0.00093	уз 0.00002	хм 0.00022	цы 0.00028	шо 0.00013	ып 0.00076	эв 0.00000	юя 0.00008
пф 0.00001	сг 0.00012	тр 0.00266	ую 0.00084	хн 0.00057	цэ 0.00000	шп 0.00002	ыр 0.00031	эг 0.00000	яа 0.00020
пц 0.00001	сд 0.00077	тс 0.00243	уя 0.00014	хо 0.00197	ця 0.00000	шр 0.00000	ыс 0.00128	эд 0.00000	яб 0.00046
пч 0.00001	се 0.00582	тт 0.00064	фа 0.00064	хп 0.00059	ча 0.00137	шс 0.00001	ыт 0.00069	эй 0.00000	яв 0.00163
пш 0.00003	сж 0.00009	ту 0.00122	фб 0.00002	хр 0.00064	чб 0.00000	шт 0.00001	ыу 0.00019	эл 0.00001	яг 0.00055
пщ 0.00000	сз 0.00007	тф 0.00003	фв 0.00002	хс 0.00067	чв 0.00002	шу 0.00027	ыф 0.00001	эм 0.00000	яд 0.00061
пы 0.00016	си 0.00247	тх 0.00008	фг 0.00001	хт 0.00029	чг 0.00000	шф 0.00000	ых 0.00140	эн 0.00000	яе 0.00064
пь 0.00008	ск 0.00447	тц 0.00050	фд 0.00001	ху 0.00033	чд 0.00001	шх 0.00000	ыц 0.00003	эп 0.00000	яж 0.00024
пэ 0.00000	сл 0.00405	тч 0.00037	фе 0.00021	хф 0.00001	че 0.00281	шц 0.00003	ыч 0.00024	эр 0.00000	яз 0.00067
пя 0.00037	см 0.00073	тш 0.00004	фж 0.00000	хх 0.00004	чж 0.00000	шч 0.00000	ыш 0.00079	эс 0.00000	ян 0.00202
ра 0.00863	сн 0.00133	тц 0.00003	фз 0.00000	хц 0.00005	чз 0.00000	шш 0.00000	ыщ 0.00004	эт 0.00099	яй 0.00011
рб 0.00013	со 0.00311	ты 0.00247	фи 0.00036	хч 0.00012	чи 0.00152	шь 0.00088	ыз 0.00002	эх 0.00000	як 0.00094
рв 0.00033	сп 0.00433	ть 0.00585	фк 0.00001	хш 0.00002	чк 0.00005	ща 0.00054	ьо 0.00000	эц 0.00000	ял 0.00086
рг 0.00018	ср 0.00043	тэ 0.00005	фл 0.00002	хщ 0.00000	чл 0.00002	щб 0.00000	ыя 0.00006	эш 0.00000	ям 0.00101
рд 0.00069	сс 0.00096	тю 0.00002	фм 0.00001	хь 0.00000	чм 0.00003	щв 0.00002	ья 0.00015	юа 0.00008	ян 0.00199
ре 0.00722	ст 0.01166	тя 0.00077	фн 0.00002	хэ 0.00001	чн 0.00046	ще 0.00158	ьб 0.00061	юб 0.00042	яо 0.00078
рж 0.00025	су 0.00128	уа 0.00014	фо 0.00014	хю 0.00000	чо 0.00007	щи 0.00126	ьв 0.00116	юв 0.00048	яп 0.00110
рз 0.00014	сф 0.00004	уб 0.00088	фп 0.00002	хя 0.00006	чп 0.00002	щл 0.00000	ьг 0.00032	юг 0.00019	яр 0.00026
ри 0.00566	сх 0.00025	ув 0.00123	фр 0.00010	ца 0.00267	чр 0.00015	щн 0.00006	ьд 0.00062	юд 0.00060	яс 0.00144
рк 0.00012	сц 0.00010	уг 0.00112	фс 0.00005	цб 0.00001	чс 0.00001	що 0.00000	ье 0.00079	юе 0.00013	ят 0.00265
рл 0.00008	сч 0.00022	уд 0.00394	фт 0.00001	цв 0.00009	чт 0.00305	щр 0.00001	ьж 0.00013	юж 0.00009	яу 0.00028
рм 0.00010	сш 0.00006	уе 0.00043	фу 0.00006	цг 0.00001	чу 0.00030	щс 0.00000	ьз 0.00030	юз 0.00014	яф 0.00002
рн 0.00053	сщ 0.00000	уж 0.00120	фф 0.00004	цд 0.00001	чх 0.00000	щт 0.00000	ьи 0.00157	юи 0.00107	ях 0.00029
ро 0.00786	сы 0.00194	уз 0.00041	фх 0.00001	це 0.00101	чц 0.00000	щу 0.00019	ьк 0.00072	юй 0.00000	яц 0.00019
рп 0.00015	сь 0.00215	ун 0.00155	фц 0.00000	цж 0.00001	чч 0.00002	щх 0.00000	ьл 0.00022	юк 0.00024	яч 0.00056
рр 0.00009	сэ 0.00001	уй 0.00014	фч 0.00000	цз 0.00001	чш 0.00009	щч 0.00000	ьм 0.00096	юл 0.00004	яш 0.00004
рс 0.00065	сю 0.00011	ук 0.00137	фш 0.00000	ци 0.00013	чь 0.00027	щь 0.00003	ьн 0.00161	юм 0.00013	ящ 0.00082
рт 0.00085	ся 0.00408	ул 0.00046	фы 0.00003	цк 0.00001	чэ 0.00000	ья 0.00007	ьо 0.00064	юн 0.00038	яз 0.00004
ру 0.00270	та 0.00516	ум 0.00129	фь 0.00002	цл 0.00001	чя 0.00000	ьб 0.00046	ьп 0.00090	юо 0.00026	яю 0.00016
рф 0.00002	тб 0.00036	ун 0.00089	фэ 0.00000	цм 0.00004	ша 0.00110	ьв 0.00148	ьр 0.00014	юп 0.00034	яя 0.00015
рх 0.00010	тв 0.00583	уо 0.00034	фя 0.00001	цн 0.00003	шб 0.00001	ыг 0.00021	ьс 0.00198	юр 0.00010	
рц 0.00007	тг 0.00067	уп 0.00136	ха 0.00076	цо 0.00020	шв 0.00002	ьд 0.00036	ьт 0.00081	юс 0.00050	
рч 0.00004	тд 0.00068	ур 0.00032	хб 0.00023	цп 0.00004	шг 0.00000	ье 0.00146	ьу 0.00022	ют 0.00096	
рш 0.00026	те 0.00629	ус 0.00307	хв 0.00080	цр 0.00001	шд 0.00001	ьж 0.00010	ьф 0.00002	юу 0.00006	

Частоти Біграм-not crossed для тексту з пробілами

а 0.00226	ак 0.00328	бш 0.00001	ге 0.00029	дю 0.00000	жж 0.00011	иб 0.00117	йт 0.00047	лп 0.00002	мя 0.00058
б 0.00697	ал 0.00641	бщ 0.00008	ги 0.00082	дя 0.00045	жи 0.00187	ив 0.00168	йц 0.00003	лс 0.00065	н 0.00372
в 0.01668	ам 0.00368	бы 0.00270	гк 0.00001	е 0.01708	жк 0.00002	иг 0.00029	йч 0.00000	лт 0.00003	на 0.00986
г 0.00596	ан 0.00301	бь 0.00013	гл 0.00062	еа 0.00004	жл 0.00000	ид 0.00173	йш 0.00009	лу 0.00119	нг 0.00010
д 0.00754	ао 0.00017	бя 0.00080	гн 0.00050	еб 0.00233	жм 0.00000	ие 0.00293	йя 0.00000	лф 0.00000	нд 0.00003
е 0.00541	ап 0.00064	в 0.00706	го 0.01217	ев 0.00200	жн 0.00042	иж 0.00019	к 0.00405	лх 0.00002	не 0.00838
ж 0.00237	ар 0.00341	ва 0.00494	гр 0.00071	ег 0.00480	жо 0.00002	из 0.00301	ка 0.00506	лц 0.00000	нз 0.00001
з 0.00391	ас 0.00286	вб 0.00000	гс 0.00001	ед 0.00274	жр 0.00006	ии 0.00124	кб 0.00001	лч 0.00008	ни 0.00886
и 0.02442	ат 0.00291	вв 0.00009	гт 0.00000	ее 0.00121	жс 0.00000	ий 0.00121	кв 0.00010	лш 0.00001	нк 0.00006
к 0.00745	ау 0.00016	вг 0.00000	гу 0.00043	еж 0.00090	жу 0.00022	ик 0.00196	кд 0.00000	лщ 0.00000	нл 0.00000
л 0.00200	аф 0.00032	вд 0.00021	гф 0.00000	ез 0.00087	жч 0.00002	ил 0.00581	ке 0.00027	лы 0.00054	нм 0.00001
м 0.00666	ах 0.00108	ве 0.00554	гч 0.00001	еи 0.00023	жь 0.00003	им 0.00376	кж 0.00009	ль 0.00179	нн 0.00191
н 0.01447	ац 0.00002	вз 0.00040	гш 0.00001	ей 0.00238	з 0.00155	ин 0.00261	ки 0.00193	лю 0.00110	но 0.00611
о 0.01036	ач 0.00058	ви 0.00314	д 0.00194	ек 0.00113	за 0.00407	ио 0.00068	кк 0.00003	ля 0.00180	нр 0.00001
п 0.01469	аш 0.00110	вк 0.00004	да 0.00543	ел 0.00589	зб 0.00025	ип 0.00026	кл 0.00051	м 0.00820	нс 0.00021
р 0.00303	ащ 0.00022	вл 0.00078	дб 0.00001	ем 0.00531	зв 0.00091	ир 0.00083	кн 0.00021	ма 0.00162	нт 0.00006
с 0.01761	аю 0.00096	vm 0.00013	дв 0.00066	ен 0.00685	зг 0.00016	ис 0.00351	ко 0.00647	мв 0.00002	ну 0.00114
т 0.00829	ая 0.00065	vn 0.00055	дг 0.00000	ео 0.00010	зд 0.00053	ит 0.00432	кр 0.00136	мг 0.00001	нф 0.00001
у 0.00382	б 0.00026	во 0.00982	дд 0.00005	еп 0.00062	зе 0.00109	иу 0.00048	кс 0.00006	мд 0.00000	нх 0.00001
ф 0.00038	ба 0.00041	вп 0.00008	де 0.00611	ер 0.00474	жж 0.00001	иф 0.00018	кт 0.00058	ме 0.00378	нц 0.00020
х 0.00145	бб 0.00004	вр 0.00088	дз 0.00001	ес 0.00485	зз 0.00014	их 0.00341	ку 0.00080	мз 0.00000	нч 0.00006
ц 0.00125	бв 0.00006	вс 0.00268	ди 0.00258	ет 0.00511	зи 0.00027	иц 0.00072	кф 0.00000	ми 0.00301	нш 0.00000
ч 0.00394	бг 0.00000	вт 0.00008	дк 0.00006	еу 0.00006	зк 0.00004	ич 0.00038	кх 0.00001	мк 0.00005	нщ 0.00009
ш 0.00044	бд 0.00001	ву 0.00089	дл 0.00083	еф 0.00029	зл 0.00051	иш 0.00059	кш 0.00001	мл 0.00104	ны 0.00274
щ 0.00004	бе 0.00191	вф 0.00001	дм 0.00006	ех 0.00082	зм 0.00017	ищ 0.00044	л 0.00680	мм 0.00007	нь 0.00087
э 0.00081	бж 0.00000	vx 0.00008	дн 0.00186	ец 0.00033	зн 0.00110	из 0.00000	ла 0.00483	мн 0.00149	ню 0.00013
ю 0.00011	бз 0.00000	вц 0.00006	до 0.00353	еч 0.00103	зо 0.00054	ию 0.00039	лб 0.00003	мо 0.00343	ня 0.00157
я 0.00192	би 0.00075	вч 0.00009	дп 0.00003	еш 0.00086	зр 0.00102	ия 0.00175	лв 0.00001	мп 0.00001	о 0.01733
а 0.01531	бк 0.00001	вш 0.00059	др 0.00084	ещ 0.00037	зс 0.00000	й 0.00624	лг 0.00006	мр 0.00010	оа 0.00023
аа 0.00042	бл 0.00129	вщ 0.00000	дс 0.00024	ез 0.00000	зт 0.00000	йв 0.00000	лд 0.00004	мс 0.00020	об 0.00313
аб 0.00067	бм 0.00003	вы 0.00237	дт 0.00007	ею 0.00056	зу 0.00025	йг 0.00000	ле 0.00437	мт 0.00000	ов 0.00741
ав 0.00383	бн 0.00025	вь 0.00038	ду 0.00226	ея 0.00034	зц 0.00000	йд 0.00044	лж 0.00026	му 0.00272	ог 0.00508
аг 0.00099	бо 0.00364	вя 0.00082	дх 0.00001	ж 0.00007	зч 0.00000	йе 0.00000	лз 0.00000	мф 0.00001	од 0.00734
ад 0.00205	бр 0.00146	г 0.00088	дц 0.00059	жа 0.00066	зы 0.00039	йи 0.00000	ли 0.00776	мц 0.00001	ое 0.00298
ае 0.00122	бс 0.00004	га 0.00112	дч 0.00001	жб 0.00003	зь 0.00019	йк 0.00000	лк 0.00010	мч 0.00001	ож 0.00163
аж 0.00089	бт 0.00000	гб 0.00000	дш 0.00008	жв 0.00000	зн 0.00001	йл 0.00000	лл 0.00009	мш 0.00000	оз 0.00137
аз 0.00299	бу 0.00159	гв 0.00001	дщ 0.00002	жг 0.00002	зя 0.00030	йм 0.00002	лм 0.00004	мщ 0.00002	ои 0.00219
аи 0.00097	бх 0.00001	гг 0.00001	ды 0.00078	жд 0.00104	и 0.02919	йн 0.00019	лн 0.00035	мы 0.00076	ой 0.00225
ай 0.00079	бц 0.00000	гд 0.00115	дь 0.00117	же 0.00307	иа 0.00036	йс 0.00058	ло 0.00472	мь 0.00018	ок 0.00169

ол 0.00380	ль 0.00006	сд 0.00053	то 0.00970	ух 0.00044	хи 0.00028	чм 0.00001	щу 0.00016	ьн 0.00056	юс 0.00007
ом 0.00401	ля 0.00033	се 0.00469	тп 0.00014	уц 0.00002	хл 0.00020	чн 0.00036	щъ 0.00003	ьс 0.00069	ют 0.00053
он 0.00498	р 0.00054	сж 0.00002	тр 0.00205	уч 0.00059	хм 0.00001	чо 0.00005	ы 0.00587	ьт 0.00018	юх 0.00000
оо 0.00006	ра 0.00706	сз 0.00000	тс 0.00128	уш 0.00068	хн 0.00004	чр 0.00012	ьб 0.00005	ьф 0.00000	юч 0.00007
оп 0.00076	рб 0.00009	си 0.00175	тт 0.00009	ущ 0.00029	хо 0.00132	чт 0.00253	ьв 0.00065	ьц 0.00008	ющ 0.00052
ор 0.00575	рв 0.00023	ск 0.00360	ту 0.00082	уз 0.00000	хп 0.00000	чу 0.00024	ьг 0.00002	ьч 0.00000	юю 0.00003
ос 0.00769	рг 0.00014	сл 0.00329	тф 0.00001	ую 0.00069	хр 0.00044	чц 0.00000	ьд 0.00009	ьш 0.00017	я 0.01053
от 0.00756	рд 0.00055	см 0.00051	тх 0.00002	уя 0.00003	хс 0.00006	чш 0.00007	ье 0.00104	ьщ 0.00002	яа 0.00000
оу 0.00007	ре 0.00590	сн 0.00064	тц 0.00034	ф 0.00019	ху 0.00017	чь 0.00022	ьж 0.00002	ью 0.00033	яб 0.00001
оф 0.00021	рж 0.00020	со 0.00246	тч 0.00009	фа 0.00053	хф 0.00000	ш 0.00014	ьз 0.00001	ья 0.00049	яв 0.00024
ох 0.00033	рз 0.00011	сп 0.00341	тш 0.00001	фв 0.00000	хц 0.00000	ша 0.00089	ьи 0.00000	э 0.00000	яг 0.00004
оц 0.00010	ри 0.00455	ср 0.00030	тщ 0.00002	фг 0.00000	хш 0.00000	шб 0.00001	ьй 0.00117	эг 0.00000	яд 0.00010
оч 0.00097	рк 0.00007	сс 0.00056	ты 0.00205	фе 0.00017	хь 0.00000	шв 0.00000	ьк 0.00016	эй 0.00000	яе 0.00018
ош 0.00081	рл 0.00005	ст 0.00943	ть 0.00487	фи 0.00024	хю 0.00000	ше 0.00186	ьл 0.00134	эл 0.00001	яж 0.00007
ощ 0.00017	рм 0.00007	су 0.00100	тю 0.00000	фк 0.00000	ц 0.00035	шин 0.00171	ьм 0.00074	эм 0.00000	яз 0.00032
оэ 0.00003	рн 0.00040	сф 0.00003	тя 0.00051	фл 0.00002	ца 0.00221	шк 0.00003	ьн 0.00179	эн 0.00000	ян 0.00001
ою 0.00131	ро 0.00640	сх 0.00018	у 0.00689	фм 0.00000	цб 0.00000	шл 0.00056	ьп 0.00005	эп 0.00000	яй 0.00009
оя 0.00052	рп 0.00010	сц 0.00007	уа 0.00001	фн 0.00000	цв 0.00003	шм 0.00000	ьр 0.00016	эр 0.00000	як 0.00029
п 0.00003	пр 0.00005	сч 0.00014	уб 0.00052	фо 0.00010	цг 0.00000	шн 0.00020	ьс 0.00049	эс 0.00000	ял 0.00060
па 0.00100	рс 0.00048	сш 0.00006	ув 0.00040	фр 0.00007	це 0.00079	шо 0.00009	ьт 0.00033	эт 0.00081	ям 0.00053
пе 0.00135	рт 0.00070	сы 0.00157	уг 0.00073	фс 0.00002	ци 0.00003	шт 0.00000	ьу 0.00000	эх 0.00000	ян 0.00073
пи 0.00084	ру 0.00219	сь 0.00173	уд 0.00307	фт 0.00000	цк 0.00000	шс 0.00000	ьх 0.00114	эц 0.00000	яп 0.00000
пк 0.00005	рф 0.00001	сю 0.00008	уе 0.00018	фу 0.00006	цл 0.00000	шт 0.00000	ьц 0.00000	эш 0.00000	яр 0.00005
пл 0.00075	рх 0.00008	ся 0.00336	уж 0.00095	фф 0.00003	цм 0.00000	шу 0.00023	ьч 0.00013	ю 0.00405	яс 0.00020
пн 0.00007	рц 0.00004	т 0.00826	уз 0.00022	фх 0.00000	цо 0.00015	шф 0.00000	ьш 0.00065	юб 0.00024	ят 0.00171
по 0.00973	рч 0.00002	та 0.00423	ун 0.00009	фц 0.00000	ци 0.00000	шх 0.00000	ьщ 0.00004	юг 0.00002	ях 0.00017
пп 0.00003	рш 0.00022	тб 0.00001	уй 0.00012	фы 0.00002	цр 0.00000	шц 0.00002	ьо 0.00000	юд 0.00035	яц 0.00010
пр 0.00622	рщ 0.00002	тв 0.00404	ук 0.00082	фь 0.00001	цу 0.00018	шш 0.00000	ь 0.00948	юе 0.00000	яч 0.00021
пс 0.00004	ры 0.00157	тг 0.00000	ул 0.00033	фя 0.00001	цф 0.00000	шь 0.00071	ьб 0.00001	юж 0.00002	яш 0.00001
пт 0.00017	рь 0.00053	тд 0.00017	ум 0.00077	х 0.00557	ци 0.00000	щ 0.00001	ьв 0.00003	юз 0.00002	ящ 0.00067
пу 0.00081	рю 0.00025	те 0.00483	ун 0.00010	ха 0.00053	цы 0.00023	ща 0.00044	ьг 0.00001	юй 0.00000	яю 0.00013
пф 0.00001	ря 0.00087	тз 0.00000	уо 0.00000	хб 0.00000	ч 0.00018	щв 0.00002	ьд 0.00009	юк 0.00000	яя 0.00005
пц 0.00001	с 0.00260	ти 0.00318	уп 0.00072	хв 0.00013	ча 0.00117	ще 0.00130	ье 0.00024	юл 0.00000	
пч 0.00001	са 0.00199	тк 0.00028	ур 0.00018	хг 0.00000	че 0.00230	щи 0.00107	ьз 0.00006	юм 0.00000	
пш 0.00002	сб 0.00005	тл 0.00009	ус 0.00186	хд 0.00000	чи 0.00123	щн 0.00005	ьи 0.00002	юн 0.00006	
пщ 0.00000	св 0.00264	тм 0.00003	ут 0.00129	хе 0.00019	чк 0.00003	що 0.00000	ьк 0.00023	юп 0.00000	
пы 0.00013	сг 0.00001	тн 0.00050	уф 0.00002	хз 0.00000	чл 0.00002	щр 0.00001	ьм 0.00037	юр 0.00000	

Частоти Біграм-not crossed для тексту без пробілів

аа 0.00078	бр 0.00174	га 0.00135	дт 0.00022	жв 0.00001	зы 0.00049	йл 0.00007	кю 0.00001	мн 0.00253	нь 0.00100
аб 0.00156	бс 0.00007	гб 0.00004	ду 0.00277	жг 0.00003	зь 0.00025	йм 0.00029	кя 0.00006	мо 0.00460	нэ 0.00001
ав 0.00616	бт 0.00004	гв 0.00011	дф 0.00001	жд 0.00123	зэ 0.00001	йн 0.00079	ла 0.00607	мп 0.00074	ню 0.00016
аг 0.00188	бу 0.00195	гг 0.00004	дх 0.00003	же 0.00377	зю 0.00001	йо 0.00033	лб 0.00030	мр 0.00023	ня 0.00197
ад 0.00325	бх 0.00001	гд 0.00146	дц 0.00072	жж 0.00014	зя 0.00036	йп 0.00059	лв 0.00082	мс 0.00108	оа 0.00052
ае 0.00201	бц 0.00001	ге 0.00038	дч 0.00003	жз 0.00000	иа 0.00085	йр 0.00014	лг 0.00049	мт 0.00047	об 0.00466
аж 0.00138	бч 0.00000	гж 0.00001	дш 0.00009	жи 0.00226	иб 0.00281	йс 0.00148	лд 0.00035	му 0.00345	ов 0.01133
аз 0.00401	бш 0.00001	гз 0.00003	дщ 0.00002	жк 0.00003	ив 0.00593	йт 0.00084	ле 0.00593	мф 0.00003	ог 0.00686
аи 0.00397	бщ 0.00008	ги 0.00110	ды 0.00093	жл 0.00000	иг 0.00116	йу 0.00014	лж 0.00039	мх 0.00006	од 0.00982
ай 0.00100	бы 0.00335	гк 0.00005	дь 0.00146	жм 0.00001	ид 0.00356	йф 0.00002	лз 0.00012	мц 0.00009	ое 0.00400
ак 0.00486	бь 0.00014	гл 0.00075	дэ 0.00001	жн 0.00052	ие 0.00458	йх 0.00007	ли 0.01064	мч 0.00034	ож 0.00224
ал 0.00792	бэ 0.00002	гм 0.00004	дю 0.00000	жо 0.00003	иж 0.00075	йц 0.00010	лк 0.00044	мш 0.00002	оз 0.00214
ам 0.00524	бю 0.00000	гн 0.00070	дя 0.00057	жп 0.00001	из 0.00438	йч 0.00015	лл 0.00017	мщ 0.00003	ои 0.00551
ан 0.00515	бя 0.00097	го 0.01472	еа 0.00025	жр 0.00007	ии 0.00484	йш 0.00016	лм 0.00047	мы 0.00091	ой 0.00275
ао 0.00121	ва 0.00619	гп 0.00006	еб 0.00386	жс 0.00001	ий 0.00148	йщ 0.00000	лн 0.00095	мь 0.00022	ок 0.00295
ап 0.00213	вб 0.00018	гр 0.00084	ев 0.00433	жт 0.00000	ик 0.00401	йэ 0.00002	ло 0.00624	мэ 0.00004	ол 0.00481
ар 0.00448	вв 0.00055	гс 0.00010	ег 0.00653	жу 0.00025	ил 0.00744	йю 0.00000	лп 0.00046	мю 0.00000	ом 0.00579
ас 0.00537	вг 0.00039	гт 0.00009	ед 0.00437	жч 0.00002	им 0.00578	йя 0.00009	лр 0.00010	мя 0.00079	он 0.00780
ат 0.00459	вд 0.00080	гу 0.00055	ее 0.00200	жъ 0.00004	ин 0.00602	ка 0.00617	лс 0.00150	на 0.01196	оо 0.00146
ау 0.00054	ве 0.00700	гф 0.00000	еж 0.00131	жэ 0.00000	ию 0.00328	кб 0.00023	лт 0.00040	нб 0.00030	оп 0.00258
аф 0.00044	вж 0.00017	гх 0.00000	ез 0.00161	за 0.00491	ип 0.00438	кв 0.00049	лу 0.00154	нв 0.00038	ор 0.00718
ах 0.00149	вз 0.00080	гц 0.00001	ен 0.00309	зб 0.00033	ир 0.00173	кг 0.00033	лф 0.00003	нг 0.00025	ос 0.01106
ац 0.00018	ви 0.00488	гч 0.00002	ей 0.00292	зв 0.00121	ис 0.00857	кд 0.00018	лх 0.00008	нд 0.00020	от 0.01030
ач 0.00101	вк 0.00047	гш 0.00001	ек 0.00209	зг 0.00027	ит 0.00660	ке 0.00041	лц 0.00014	не 0.01031	оу 0.00054
аш 0.00138	вл 0.00107	гэ 0.00000	ел 0.00732	зд 0.00074	иу 0.00153	кж 0.00020	лч 0.00025	нж 0.00008	оф 0.00027
ащ 0.00028	vm 0.00045	гю 0.00000	ем 0.00731	зе 0.00139	иф 0.00032	кз 0.00008	лш 0.00003	нз 0.00008	ох 0.00061
аз 0.00009	вн 0.00130	гя 0.00001	ен 0.00983	жж 0.00004	их 0.00436	ки 0.00288	лщ 0.00000	ни 0.01143	оц 0.00025
аю 0.00113	во 0.01233	да 0.00666	ео 0.00143	зз 0.00029	иц 0.00106	кк 0.00030	лы 0.00065	нк 0.00022	оч 0.00180
ая 0.00099	вп 0.00082	дб 0.00009	еп 0.00281	зи 0.00042	ич 0.00097	кл 0.00069	ль 0.00217	нл 0.00004	ош 0.00103
ба 0.00051	вр 0.00143	дв 0.00103	ер 0.00608	зк 0.00016	иш 0.00085	км 0.00018	лэ 0.00005	нм 0.00018	ощ 0.00020
бб 0.00008	вс 0.00415	дг 0.00017	ес 0.00802	зл 0.00064	ищ 0.00056	кн 0.00077	лю 0.00135	нн 0.00266	оз 0.00017
бв 0.00008	вт 0.00062	дд 0.00012	ет 0.00720	зм 0.00030	из 0.00014	ко 0.00804	ля 0.00237	но 0.00772	ою 0.00159
бг 0.00001	ву 0.00127	де 0.00740	еу 0.00067	зн 0.00156	ию 0.00051	кп 0.00038	ма 0.00215	нп 0.00043	оя 0.00105
бд 0.00002	вф 0.00004	дж 0.00004	еф 0.00038	зо 0.00071	ия 0.00250	кр 0.00169	мб 0.00037	нр 0.00008	па 0.00126
бе 0.00230	vx 0.00020	дз 0.00006	ех 0.00114	зп 0.00014	йа 0.00013	кс 0.00054	мв 0.00092	нс 0.00069	пб 0.00000
бж 0.00001	вц 0.00013	ди 0.00346	ец 0.00048	зр 0.00133	йб 0.00024	кт 0.00096	мг 0.00035	нт 0.00021	пв 0.00000
бз 0.00000	вч 0.00025	дк 0.00017	еч 0.00174	зс 0.00028	йв 0.00062	ку 0.00104	мд 0.00042	ну 0.00155	пг 0.00000
би 0.00095	вш 0.00075	дл 0.00109	еш 0.00112	зт 0.00007	йг 0.00023	кф 0.00002	ме 0.00492	нф 0.00002	пд 0.00000
бк 0.00002	вщ 0.00000	дм 0.00016	ещ 0.00044	зу 0.00036	йд 0.00103	кх 0.00005	мж 0.00010	нх 0.00005	пе 0.00154
бл 0.00154	вы 0.00285	дн 0.00254	ез 0.00011	зф 0.00001	йе 0.00019	кц 0.00007	мз 0.00017	нц 0.00028	пж 0.00000
бм 0.00005	вь 0.00049	до 0.00437	ею 0.00070	зх 0.00002	йж 0.00013	кч 0.00014	ми 0.00564	нч 0.00023	пз 0.00000
бн 0.00032	вэ 0.00008	дп 0.00015	ея 0.00058	зц 0.00001	йз 0.00022	кш 0.00002	мк 0.00049	нш 0.00002	пи 0.00100
бо 0.00450	вю 0.00001	др 0.00102	жа 0.00082	зч 0.00004	ий 0.00129	кщ 0.00000	мл 0.00137	нщ 0.00011	пк 0.00005
бп 0.00001	вя 0.00101	дс 0.00052	жб 0.00004	зш 0.00001	йк 0.00034	кэ 0.00002	мм 0.00043	ны 0.00338	пл 0.00090

пн 0.00008	рь 0.00064	тз 0.00022	ут 0.00216	хв 0.00078	цр 0.00001	шд 0.00001	ыз 0.00019	ьф 0.00002	юф 0.00001
по 0.01185	рэ 0.00000	ти 0.00476	уу 0.00011	хг 0.00020	цс 0.00002	ше 0.00223	ын 0.00110	ьх 0.00009	юх 0.00004
пп 0.00004	рю 0.00029	тк 0.00077	уф 0.00005	хд 0.00029	цт 0.00003	шж 0.00000	ый 0.00142	ьц 0.00017	юц 0.00003
пр 0.00743	ря 0.00099	тл 0.00030	ух 0.00061	хе 0.00037	цу 0.00019	шз 0.00000	ык 0.00042	ьч 0.00025	юч 0.00021
пс 0.00006	са 0.00242	тм 0.00050	уц 0.00010	хж 0.00011	цф 0.00000	шн 0.00206	ыл 0.00162	ьш 0.00022	юш 0.00001
пт 0.00021	сб 0.00017	тн 0.00138	уч 0.00125	хз 0.00013	цх 0.00000	шк 0.00005	ым 0.00117	ьщ 0.00002	ющ 0.00067
пу 0.00096	св 0.00351	то 0.01219	уш 0.00087	хи 0.00184	цц 0.00000	шл 0.00069	ын 0.00283	ьэ 0.00005	юз 0.00002
пф 0.00001	сг 0.00012	тп 0.00091	уц 0.00034	хк 0.00041	цч 0.00001	шм 0.00001	ьо 0.00047	ью 0.00038	юю 0.00003
пц 0.00001	сд 0.00073	тр 0.00265	уэ 0.00002	хл 0.00031	цш 0.00000	шн 0.00026	ып 0.00075	ья 0.00070	юя 0.00007
пч 0.00001	се 0.00577	тс 0.00242	ую 0.00084	хм 0.00022	цы 0.00029	шо 0.00014	ыр 0.00032	эв 0.00000	яа 0.00018
пш 0.00003	сж 0.00008	тт 0.00062	уя 0.00014	хн 0.00057	цэ 0.00000	шп 0.00002	ыс 0.00132	эг 0.00000	яб 0.00047
пщ 0.00000	сз 0.00007	ту 0.00124	фа 0.00065	хо 0.00196	ця 0.00000	шр 0.00000	ыт 0.00070	эд 0.00000	яв 0.00162
пы 0.00016	си 0.00248	тф 0.00003	фб 0.00002	хп 0.00060	ча 0.00135	шс 0.00002	ыу 0.00018	эл 0.00001	яг 0.00055
пь 0.00008	ск 0.00449	тх 0.00007	фв 0.00002	хр 0.00062	чб 0.00000	шт 0.00001	ыф 0.00001	эм 0.00000	яд 0.00060
пя 0.00037	сл 0.00408	тц 0.00052	фг 0.00001	хс 0.00067	чв 0.00002	шу 0.00026	ых 0.00138	эн 0.00000	яе 0.00063
ра 0.00862	см 0.00069	тч 0.00037	фд 0.00001	хт 0.00029	чг 0.00000	шф 0.00000	ыц 0.00003	эп 0.00000	яж 0.00023
рб 0.00014	сн 0.00131	тш 0.00003	фе 0.00021	ху 0.00033	чд 0.00001	шх 0.00000	ыч 0.00025	эр 0.00000	яз 0.00069
рв 0.00032	со 0.00320	тщ 0.00003	фж 0.00000	хф 0.00001	че 0.00275	шц 0.00003	ыш 0.00078	эс 0.00000	яи 0.00202
рг 0.00017	сп 0.00438	ты 0.00246	фз 0.00001	хх 0.00005	чж 0.00000	шч 0.00000	ыщ 0.00005	эт 0.00101	яй 0.00011
рд 0.00072	ср 0.00045	ть 0.00584	фи 0.00034	хц 0.00005	чз 0.00000	шш 0.00000	ыз 0.00002	эц 0.00000	як 0.00094
ре 0.00711	сс 0.00094	тэ 0.00005	фк 0.00001	хч 0.00011	чи 0.00154	шь 0.00084	ьо 0.00001	эш 0.00000	ял 0.00085
рж 0.00026	ст 0.01164	тю 0.00002	фл 0.00002	хш 0.00002	чк 0.00004	ща 0.00054	ья 0.00006	юа 0.00008	ям 0.00105
рз 0.00014	су 0.00126	тя 0.00077	фм 0.00001	хщ 0.00000	чл 0.00002	щб 0.00000	ьа 0.00015	юб 0.00041	ян 0.00198
ри 0.00570	сф 0.00004	уа 0.00014	фн 0.00002	хэ 0.00001	чм 0.00003	щв 0.00002	ьб 0.00061	юв 0.00046	яо 0.00078
рк 0.00012	сх 0.00024	уб 0.00088	фо 0.00014	хю 0.00000	чн 0.00046	ще 0.00159	ьв 0.00118	юг 0.00020	яп 0.00108
рл 0.00008	сц 0.00010	ув 0.00124	фп 0.00002	хя 0.00006	чо 0.00007	щи 0.00125	ьг 0.00032	юд 0.00059	яр 0.00025
рм 0.00011	сч 0.00022	уг 0.00113	фр 0.00011	ца 0.00267	чп 0.00002	щл 0.00000	ьд 0.00063	юе 0.00013	яс 0.00143
рн 0.00051	сш 0.00007	уд 0.00398	фс 0.00006	цб 0.00001	чр 0.00015	щн 0.00006	ье 0.00078	юж 0.00009	ят 0.00266
ро 0.00790	сщ 0.00000	уе 0.00044	фт 0.00001	цв 0.00009	чс 0.00002	що 0.00000	ьж 0.00013	юз 0.00015	яу 0.00027
рп 0.00016	сы 0.00195	уж 0.00123	фу 0.00006	цг 0.00001	чт 0.00307	щр 0.00001	ьз 0.00031	юн 0.00105	яф 0.00002
рр 0.00008	сь 0.00213	уз 0.00041	фф 0.00003	цд 0.00001	чу 0.00029	щс 0.00000	ьи 0.00161	юй 0.00000	ях 0.00030
рс 0.00063	сэ 0.00001	ун 0.00157	фх 0.00001	це 0.00102	чх 0.00000	щт 0.00000	ьк 0.00072	юк 0.00025	яц 0.00019
рт 0.00087	сю 0.00012	уй 0.00013	фц 0.00000	цж 0.00001	чц 0.00000	щу 0.00019	ьл 0.00022	юл 0.00004	яч 0.00057
ру 0.00276	ся 0.00409	ук 0.00133	фч 0.00000	цз 0.00001	чч 0.00002	щь 0.00004	ьм 0.00095	юм 0.00012	яш 0.00004
рф 0.00002	та 0.00520	ул 0.00046	фш 0.00000	ци 0.00014	чш 0.00009	ья 0.00006	ьн 0.00164	юн 0.00038	ящ 0.00083
рх 0.00011	тб 0.00038	ум 0.00129	фы 0.00002	цк 0.00002	чь 0.00027	ьб 0.00045	ьо 0.00064	юо 0.00027	яз 0.00003
рц 0.00008	тв 0.00581	ун 0.00089	фь 0.00001	цл 0.00001	чэ 0.00000	ьв 0.00148	ьп 0.00088	юп 0.00034	яю 0.00016
рч 0.00004	тг 0.00064	уо 0.00034	фэ 0.00000	цм 0.00003	ша 0.00108	ьг 0.00020	ьр 0.00015	юр 0.00009	яя 0.00016
рш 0.00026	тд 0.00067	уп 0.00135	фя 0.00001	цн 0.00003	шб 0.00001	ьд 0.00035	ьс 0.00200	юс 0.00051	
рщ 0.00002	те 0.00630	ур 0.00032	ха 0.00076	цо 0.00021	шв 0.00002	ье 0.00144	ьт 0.00080	ют 0.00096	
ры 0.00192	тж 0.00014	ус 0.00308	хб 0.00023	цп 0.00004	шг 0.00000	ьж 0.00010	ьу 0.00022	юу 0.00006	

Значення Ентропій та Надлишковостей

$$H1(\text{ з пробілами }) = 4.327204689839264$$

Надлишковість = 0.13455906203214718

$$H1(\text{ без пробілів }) = 4.432343276522455$$

Надлишковість = 0.1053355821563079

$$H2(\text{crossed, з пробілами}) = 3.916792182285383$$

Надлишковість = 0.6083207817714618

$$H_2(\text{crossed, без пробілів}) = 4.120440493661362$$

Надлишковість = 0.5841464250192787

$$H_2(\text{not crossed, з пробілами}) = 3.916694504757206$$

Надлишковість = 0.6083305495242795

$$H_2(\text{not crossed, без пробілів}) = 4.1201907724696385$$

Надлишковість = 0.5841716280165035

Результати виконання CoolPinkProgram.exe

[illegible]

Надлишковість для отриманих, в результаті виконання CoolPinkProgram.exe, ентропій

0.691690374322>R30>0.579511055

0.576613055596>R20>0.43706120968000006

0.416165198004>R10>0.267215335268

Формули для обчислення Ентропії та Надлишковості які я використовував у роботі

$$H(X) = \sum_{i=1}^n p(x_i) \log_b \frac{1}{p(x_i)}$$

b = 2

p(x) - частота

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

$H_0 = \log_2(m)$

m = к-ть літер у алфавіті

Висновки: в результаті виконання лабораторної роботи я засвоїв поняття ентропії на символ джерела, його надликовості та отримав практичні навички в обчисленні значень, порівняв результати різних джерел відкритого тексту. Переконався що літерами з найбільшою частотою є літери “о” та “е”.