



Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Фізико-технічний інститут

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1**

**з дисципліни**

**«Криптографія»**

**на тему: «Експериментальна оцінка ентропії на символ джерела відкритого тексту»**

Виконали:

студенти 3 курсу ФТІ

групи ФБ-72

Топорова Варвара та Лобанова Уляна

Перевірив: \_\_\_\_\_

## Мета роботи :

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

## Порядок виконання роботи

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

## Результати виконання програми:

	<i>Ентропії (H)</i>	<i>Значення</i>	<i>Надлишковість (R)</i>
<i>З пробілами</i>	<i>Монограм</i>	4.39871	0.12026
	<i>Біграм з перетином</i>	3.98517	0.20297
	<i>Біграм без перетину</i>	3.98512	0.20298
<i>Без пробілів</i>	<i>Монограм</i>	4.45097	0.10081
	<i>Біграм з перетином</i>	4.12020	0.16764
	<i>Біграм без перетину</i>	4.11893	0.16789

## Частота літер

<i><b>З пробілом</b></i>	<i><b>Без пробіла</b></i>
' ': 0.14712956910949546	'о': 0.11295600333378047
'о': 0.09633683523495062	'е': 0.08846063346227176
'е': 0.0754454585778147	'а': 0.07567857606231267
'а': 0.06454401977544443	'и': 0.07037333503394255
'и': 0.06001933657360042	'н': 0.0684931356228518
'н': 0.05841577009170337	'т': 0.0628844238123407
'т': 0.05363226563313212	'с': 0.055603324104596265
'с': 0.047422430988031394	'р': 0.04659156131319284
'р': 0.03973656497304414	'в': 0.04477623427944381
'в': 0.038188326223563426	'л': 0.04301588383666235
'л': 0.03668697538291011	'к': 0.03162363465636332
'к': 0.02697086291569648	'м': 0.030637354614405185
'м': 0.02612969383133294	'п': 0.030602169596185943
'п': 0.026099685569683402	'д': 0.03000732288191688
'д': 0.025592358396170946	'у': 0.025796116013801322
'у': 0.02200074457999218	'я': 0.02305388365633913
'я': 0.019661975687681514	'ь': 0.021690464200343495
'ь': 0.018499155548762018	'ы': 0.017404489168512047
'ы': 0.014843774176577989	'з': 0.0172813416047447
'з': 0.014738745260804615	'г': 0.016702987867765907
'г': 0.014245484459940377	'б': 0.014289515524289757
'б': 0.01218710526241756	'ч': 0.012848029309120176
'ч': 0.010957704292963156	'й': 0.012233391022102788
'й': 0.010433497472272835	'х': 0.010175067456277118
'х': 0.008678014165775015	'ж': 0.009793529914962209
'ж': 0.008352612078512865	'ш': 0.007963908967561613
'ш': 0.006792182472737026	'ю': 0.006361891106766738
'ю': 0.0054258688095066175	'щ': 0.004818148432397485
'щ': 0.0041092563296332525	'ц': 0.003732910526697732
'ц': 0.003183689009380395	'э': 0.0021506842386511825
'э': 0.0018342549933278505	'ф': 0.0020000483794000517
'ф': 0.0017057821231407772	

## З пробілами

### Частота біграм з перетином

'о ': 0.02001	'к ': 0.003266	'вл': 0.001359	'ха': 0.000607	'йш': 0.000286	'дц': 0.000119	'фр': 0.000034	'ьо': 0.000007
'е ': 0.018657	'им': 0.003244	'уж': 0.00135	'еж': 0.000603	'шк': 0.000285	'ау': 0.000119	'лр': 0.000034	'хл': 0.000006
'п ': 0.018035	'ег': 0.003178	'са': 0.00132	'ву': 0.000601	'он': 0.000281	'яж': 0.000117	'пъ': 0.000033	'бд': 0.000006
'с ': 0.015084	'се': 0.003156	'чн': 0.001318	'гд': 0.000589	'ре': 0.000277	'пн': 0.000116	'йм': 0.000033	'шп': 0.000006
'н ': 0.014312	'е': 0.003135	'уч': 0.001309	'г ': 0.00058	'сч': 0.000276	'бх': 0.000113	'дб': 0.000032	'км': 0.000006
'и ': 0.014127	'со': 0.003058	'ду': 0.001303	'зу': 0.000579	'нц': 0.000274	'эп': 0.000113	'юз': 0.000031	'эс': 0.000006
'ср': 0.013672	'ьн': 0.003036	'ты': 0.001303	'лы': 0.000576	'вь': 0.000274	'кв': 0.000113	'эв': 0.00003	'бж': 0.000006
'в ': 0.013658	'л ': 0.003009	'ши': 0.00128	'бу': 0.000575	'вт': 0.000271	'ьц': 0.000112	'тт': 0.00003	'юа': 0.000006
'а ': 0.013611	'бо': 0.003007	'ез': 0.001274	'вр': 0.000572	'зы': 0.000271	'ч ': 0.000108	'мб': 0.000029	'сз': 0.000006
'но': 0.012806	'ам': 0.003006	'ир': 0.001273	'шы': 0.000569	'вя': 0.000265	'ьз': 0.000105	'вц': 0.000029	'жб': 0.000006
'я ': 0.012659	'ия': 0.002961	'я ': 0.001273	'рь': 0.000567	'юб': 0.000263	'тм': 0.000105	'вч': 0.000029	'йл': 0.000006
'ь ': 0.010524	'нс': 0.002955	'он': 0.001256	'ют': 0.000563	'зг': 0.000262	'дп': 0.000105	'вв': 0.000028	'ьш': 0.000006
'по': 0.010302	'тв': 0.002921	'ае': 0.001252	'ба': 0.000557	'шу': 0.000256	'кц': 0.000104	'дю': 0.000028	'ьп': 0.000005
'о ': 0.009698	'ив': 0.002909	'ид': 0.001233	'бн': 0.000557	'юа': 0.000254	'тл': 0.000103	'тл': 0.000026	'бт': 0.000005
'не': 0.009689	'ки': 0.002907	'ту': 0.001215	'нс': 0.000551	'ип': 0.000254	'яп': 0.000103	'ьд': 0.000027	'хэ': 0.000005
'ро': 0.009504	'ма': 0.002893	'др': 0.001199	'зр': 0.000549	'йч': 0.000249	'нф': 0.000103	'мч': 0.000027	'по': 0.000005
'то': 0.009438	'ое': 0.00287	'ьс': 0.001185	'фе': 0.000546	'но': 0.000246	'лх': 0.000101	'ун': 0.000026	'ну': 0.000005
'и ': 0.009045	'аз': 0.002849	'еб': 0.001182	'пы': 0.000536	'эк': 0.000244	'ш ': 0.0001	'юж': 0.000026	'зз': 0.000005
'ни': 0.009004	'с ': 0.002816	'ьм': 0.001176	'чк': 0.000535	'мк': 0.000242	'дт': 0.000098	'эх': 0.000025	'юм': 0.000005
'на': 0.008662	'ск': 0.002811	'зд': 0.001173	'яч': 0.000531	'ц ': 0.000241	'тп': 0.000098	'цк': 0.000025	'цк': 0.000005
'ен': 0.008591	'сб': 0.002801	'жн': 0.001136	'зм': 0.000524	'дв': 0.000239	'аф': 0.000097	'кш': 0.000025	'жг': 0.000005
'ра': 0.00836	'вы': 0.002792	'ар': 0.001135	'ай': 0.00052	'рк': 0.000236	'мс': 0.000097	'яй': 0.000023	'фн': 0.000005
'оc': 0.008161	'ви': 0.002753	'ач': 0.001126	'ац': 0.000513	'пч': 0.000236	'пч': 0.000095	'кx': 0.000023	'шп': 0.000005
'пр': 0.008085	'ю ': 0.00275	'дл': 0.00112	'ср': 0.000512	'бс': 0.000232	'яр': 0.000095	'мф': 0.000023	'лш': 0.000005
'й ': 0.007696	'ей': 0.00274	'ус': 0.001113	'рт': 0.00051	'рш': 0.000228	'еу': 0.000095	'ьч': 0.000023	'юл': 0.000004

'т': 0.007597	'ру': 0.002677	'аб': 0.001092	'тя': 0.00051	'лл': 0.000227	'пт': 0.000092	'гч': 0.000023	'уу': 0.000004
'го': 0.007524	'ар': 0.002659	'аю': 0.001084	'хи': 0.000509	'ьм': 0.000226	'кт': 0.000092	'яш': 0.000022	'нэ': 0.000004
'ко': 0.007495	'сл': 0.002585	'ци': 0.001081	'ф': 0.000507	'ьч': 0.000224	'эл': 0.000092	'уэ': 0.000022	'шр': 0.000004
'д': 0.007448	'ож': 0.002563	'еп': 0.001072	'яд': 0.000501	'йт': 0.000221	'п': 0.000091	'оз': 0.000022	'тш': 0.000004
'ов': 0.007316	'ми': 0.002496	'рж': 0.00106	'ух': 0.000493	'сд': 0.000221	'пп': 0.00009	'нз': 0.000019	'фс': 0.000004
'тъ': 0.007164	'ну': 0.002494	'эт': 0.00106	'ца': 0.000492	'ыр': 0.00022	'жк': 0.000088	'фы': 0.000019	'тз': 0.000004
'к': 0.007164	'ок': 0.002453	'гл': 0.001027	'гн': 0.000491	'ш': 0.000217	'йц': 0.000087	'бв': 0.000018	'лв': 0.000004
'м': 0.006788	'пе': 0.00238	'д': 0.001017	'бя': 0.000484	'эл': 0.000213	'рч': 0.000087	'вб': 0.000018	'гс': 0.000004
'м': 0.006708	'ч': 0.002334	'лю': 0.001008	'иа': 0.00048	'ьб': 0.000212	'уя': 0.000087	'юн': 0.000018	'жл': 0.000004
'ал': 0.006684	'л': 0.002333	'б': 0.000994	'уш': 0.000474	'ьд': 0.000209	'йт': 0.000084	'бв': 0.000017	'тт': 0.000003
'ре': 0.006601	'хо': 0.00229	'ьв': 0.000993	'гн': 0.000459	'йд': 0.000209	'сб': 0.000083	'жч': 0.000017	'шр': 0.000003
'от': 0.006259	'ди': 0.002203	'бл': 0.000992	'яш': 0.000453	'фо': 0.000208	'ьж': 0.000079	'лд': 0.000017	'яб': 0.000003
'в': 0.006158	'их': 0.002184	'ур': 0.000986	'ью': 0.00045	'яз': 0.000208	'рп': 0.000079	'нш': 0.000016	'юв': 0.000003
'во': 0.006157	'си': 0.002182	'иг': 0.000979	'йн': 0.000447	'мл': 0.000205	'хл': 0.000076	'ш': 0.000016	'пв': 0.000003
'ер': 0.006155	'ая': 0.002176	'оя': 0.000964	'уб': 0.000441	'щ': 0.000205	'сш': 0.000075	'мр': 0.000016	'эй': 0.000003
'та': 0.006104	'нз': 0.002174	'ви': 0.00095	'вк': 0.000433	'яю': 0.000193	'йф': 0.000075	'ин': 0.000016	'шо': 0.000003
'ли': 0.006004	'ик': 0.002141	'ул': 0.000942	'уш': 0.000429	'хр': 0.000191	'ху': 0.000074	'гг': 0.000016	'бг': 0.000003
'ол': 0.005972	'вс': 0.002113	'гн': 0.000938	'чу': 0.000421	'сх': 0.000189	'ф': 0.000071	'чр': 0.000016	'йп': 0.000003
'ва': 0.005914	'ше': 0.00209	'гн': 0.000914	'жк': 0.000419	'яж': 0.000188	'лч': 0.00007	'ин': 0.000016	'бб': 0.000002
'те': 0.005838	'г': 0.002086	'ьк': 0.000913	'ям': 0.000418	'як': 0.000186	'щ': 0.00007	'дж': 0.000014	'хь': 0.000002
'ль': 0.005576	'сп': 0.002078	'лс': 0.000911	'ех': 0.000417	'зй': 0.000183	'ьг': 0.000068	'юш': 0.000014	'вь': 0.000002
'т': 0.005522	'ля': 0.002035	'це': 0.000909	'рв': 0.000406	'жу': 0.00018	'лш': 0.000067	'рш': 0.000014	'хш': 0.000002
'ка': 0.005471	'ше': 0.00201	'сн': 0.000902	'ц': 0.000405	'уз': 0.00018	'бк': 0.000066	'лз': 0.000014	'шш': 0.000002
'з': 0.005396	'гс': 0.001983	'йс': 0.000893	'дя': 0.000401	'шп': 0.00018	'мм': 0.000065	'нп': 0.000014	'йш': 0.000002
'ел': 0.005296	'вн': 0.001971	'тк': 0.000888	'яс': 0.000399	'ьп': 0.00018	'зп': 0.000065	'нп': 0.000014	'эр': 0.000002
'ла': 0.005224	'ад': 0.001903	'пи': 0.000886	'нк': 0.000397	'рх': 0.00018	'дл': 0.000064	'сг': 0.000013	'бч': 0.000002
'ти': 0.005162	'оч': 0.001899	'сс': 0.000881	'вз': 0.000391	'нч': 0.000173	'уй': 0.000062	'рз': 0.000013	'фш': 0.000002
'ес': 0.005159	'ич': 0.001881	'аж': 0.000881	'ню': 0.000389	'вд': 0.000172	'хм': 0.000062	'аа': 0.000013	'оа': 0.000002
'од': 0.005131	'кр': 0.001868	'жа': 0.000876	'рж': 0.000388	'ню': 0.000171	'пс': 0.00006	'хк': 0.000013	'уи': 0.000002
'ан': 0.005012	'оп': 0.001838	'га': 0.000864	'ео': 0.000387	'оф': 0.000171	'тт': 0.00006	'лб': 0.000013	'бу': 0.000002
'за': 0.005091	'а': 0.0018	'юц': 0.00086	'ял': 0.000384	'юс': 0.000171	'шн': 0.000059	'жб': 0.000012	'зш': 0.000002
'да': 0.005083	'ят': 0.001793	'зв': 0.000863	'ье': 0.000384	'тк': 0.000171	'жр': 0.000059	'сж': 0.000012	'юп': 0.000002
'ат': 0.005035	'х': 0.001777	'мы': 0.000852	'ца': 0.000383	'вм': 0.000166	'жо': 0.000057	'кк': 0.000011	'нз': 0.000002
'у': 0.00498	'т': 0.001773	'ен': 0.00084	'яе': 0.000377	'мч': 0.000165	'сп': 0.000056	'кз': 0.000011	'шл': 0.000002
'ет': 0.004948	'чи': 0.001763	'нб': 0.000838	'вп': 0.000377	'уа': 0.000164	'ьб': 0.000055	'бш': 0.000011	'жп': 0.000002
'ит': 0.004944	'дн': 0.001732	'рн': 0.000832	'шл': 0.000376	'сн': 0.000161	'зж': 0.000055	'мц': 0.000011	'гм': 0.000002
'ор': 0.004877	'жи': 0.001699	'ум': 0.00083	'гу': 0.000373	'ж': 0.00016	'юр': 0.000055	'тц': 0.000011	'хг': 0.000002
'ло': 0.00481	'оз': 0.001689	'ьт': 0.000803	'зи': 0.000373	'рг': 0.000159	'нв': 0.000054	'нх': 0.00001	'цз': 0.000001
'от': 0.004779	'ча': 0.001664	'ап': 0.000799	'шн': 0.00037	'хн': 0.000158	'ао': 0.000053	'йш': 0.00001	'юп': 0.000001
'ри': 0.004728	'бе': 0.001632	'зо': 0.000783	'шо': 0.000369	'пк': 0.000158	'рц': 0.000052	'чв': 0.00001	'йф': 0.000001
'ме': 0.00472	'ий': 0.001617	'ут': 0.000782	'ке': 0.000367	'еа': 0.000158	'тб': 0.000051	'шм': 0.00001	'ь': 0.000001
'у': 0.004584	'гн': 0.00161	'ин': 0.000773	'ьл': 0.000365	'яу': 0.000156	'тч': 0.000051	'тю': 0.000009	'цс': 0.000001
'де': 0.004561	'ий': 0.001609	'ьс': 0.000761	'зе': 0.000364	'ею': 0.000155	'хе': 0.000051	'сз': 0.000009	'зц': 0.000001
'р': 0.004501	'ши': 0.001601	'еш': 0.000758	'сю': 0.000356	'сю': 0.000155	'бм': 0.00005	'юш': 0.000009	'пш': 0.000001
'ся': 0.004482	'н': 0.00159	'дв': 0.000754	'ен': 0.000354	'нш': 0.000151	'чо': 0.000049	'бю': 0.000008	'нл': 0.000001
'ны': 0.004425	'з': 0.001587	'су': 0.000742	'уе': 0.000353	'шт': 0.00015	'ю': 0.000048	'рф': 0.000008	'лз': 0.000001
'ем': 0.004351	'ку': 0.001586	'уп': 0.00074	'ощ': 0.000347	'лп': 0.000149	'еф': 0.000047	'гв': 0.000008	'ьж': 0.000001
'ве': 0.004351	'бы': 0.001579	'лн': 0.000739	'нд': 0.000346	'цу': 0.000147	'фл': 0.000047	'жм': 0.000008	'бц': 0.000001
'х': 0.004188	'ня': 0.001573	'пл': 0.000738	'мя': 0.000345	'ьк': 0.000145	'рю': 0.000047	'яп': 0.000008	'йе': 0.000001
'ле': 0.004091	'ры': 0.001569	'ах': 0.000733	'оо': 0.000345	'нр': 0.000144	'эм': 0.000046	'нш': 0.000008	'мз': 0.000001
'ак': 0.004063	'па': 0.001564	'ьш': 0.000727	'кс': 0.000341	'ан': 0.000143	'рб': 0.000044	'уф': 0.000008	'мт': 0.000001
'ы': 0.004051	'ых': 0.001563	'яв': 0.000726	'бш': 0.00034	'зб': 0.000142	'дз': 0.000044	'гш': 0.000008	'сш': 0.000001
'ил': 0.004045	'ж': 0.001562	'ом': 0.000713	'дк': 0.000339	'ьг': 0.000135	'пв': 0.000041	'жж': 0.000008	'тф': 0.000001
'мо': 0.003984	'кт': 0.001549	'пу': 0.000709	'хв': 0.000339	'рд': 0.000133	'лп': 0.000041	'вг': 0.000008	'гы': 0.000001
'б': 0.003979	'уд': 0.001524	'ук': 0.000707	'лк': 0.000338	'яч': 0.000133	'ьи': 0.00004	'жс': 0.000008	'хз': 0.000001
'ом': 0.003895	'лу': 0.001521	'жд': 0.000701	'аш': 0.000336	'цо': 0.000132	'кж': 0.00004	'зч': 0.000008	'гз': 0.000001
'об': 0.003877	'св': 0.00152	'бн': 0.000686	'ьш': 0.000328	'б': 0.000132	'мь': 0.00004	'хт': 0.000008	'нх': 0.000001
'ой': 0.00386	'ек': 0.001517	'ув': 0.000679	'фи': 0.000315	'ен': 0.000131	'нр': 0.00004	'фу': 0.000008	'вш': 0.000001
'че': 0.003831	'еи': 0.001512	'еу': 0.000677	'ьз': 0.000313	'цы': 0.000131	'лх': 0.000039	'фл': 0.000008	'юс': 0.000001
'он': 0.003823	'мн': 0.001508	'ох': 0.000675	'эф': 0.000311	'ях': 0.000131	'рр': 0.000039	'бз': 0.000007	'юю': 0.000001
'ас': 0.003624	'му': 0.001491	'ш': 0.00067	'ф': 0.000311	'фа': 0.000129	'юю': 0.000039	'тх': 0.000007	'мх': 0.000001
'до': 0.003624	'ев': 0.001476	'иб': 0.000666	'кн': 0.000308	'мг': 0.000128	'нж': 0.000038	'юц': 0.000007	'мш': 0.000001
'ел': 0.003587	'нт': 0.001471	'ша': 0.000663	'ья': 0.000307	'ея': 0.000128	'оу': 0.000036	'пч': 0.000007	'чх': 0.000001
'нн': 0.003482	'ут': 0.001448	'нш': 0.00064	'ге': 0.000298	'бь': 0.000125	'ья': 0.000036	'пц': 0.000007	'мв': 0.000001
'ие': 0.003373	'кл': 0.00141	'ды': 0.000628	'юч': 0.000298	'эк': 0.000124	'рл': 0.000036	'юк': 0.000007	
'тр': 0.003368	'ье': 0.001379	'аш': 0.000625	'дм': 0.000291	'тл': 0.000123	'нш': 0.000036	'пц': 0.000007	
'же': 0.003327	'ую': 0.001376	'р': 0.000613	'юд': 0.00029	'чв': 0.000122	'сф': 0.000036	'лм': 0.000007	
'ав': 0.003294	'зн': 0.001375	'нц': 0.00061	'йк': 0.00029	'ьш': 0.000121	'вх': 0.000036	'ф': 0.000007	
'ин': 0.003275	'гр': 0.001363	'см': 0.00061	'рм': 0.000288	'ьн': 0.00012	'дч': 0.000035	'зю': 0.000007	

## Частота біграм без перетину

'о': 0.019839	'к': 0.003307	'ев': 0.001422	'ув': 0.000662	'ош': 0.000323	'пк': 0.000139	'лп': 0.000045	'зю': 0.000009
'е': 0.018776	'же': 0.003277	'ут': 0.001418	'аш': 0.00066	'эф': 0.000319	'бь': 0.000133	'рц': 0.000045	'юк': 0.000008
'п': 0.017951	'им': 0.003273	'ше': 0.001401	'ша': 0.000656	'кн': 0.000317	'шт': 0.000133	'фл': 0.000043	'чв': 0.000008
'с': 0.015197	'ав': 0.003258	'уж': 0.001375	'ок': 0.000649	'яя': 0.000315	'ен': 0.000133	'нж': 0.000043	'шп': 0.000008
'н': 0.014231	'е': 0.003232	'ую': 0.001369	'р': 0.000632	'дм': 0.000311	'рд': 0.000133	'мь': 0.000041	'эн': 0.000008
'и': 0.014222	'ин': 0.003213	'зн': 0.001356	'ву': 0.000628	'бм': 0.000309	'ыг': 0.000129	'вх': 0.000039	'шп': 0.000008
'в': 0.013592	'ег': 0.003192	'са': 0.001343	'г': 0.000623	'шш': 0.000308	'тл': 0.000129	'юю': 0.000039	'шп': 0.000008
'ст': 0.013573	'ын': 0.003085	'уч': 0.001328	'еж': 0.000619	'ф': 0.000304	'ю': 0.000129	'жж': 0.000038	'бж': 0.000008
'а': 0.013472	'бо': 0.003053	'гр': 0.001328	'ш': 0.000617	'юч': 0.000302	'мг': 0.000129	'рл': 0.000038	'тю': 0.000008
'но': 0.012964	'се': 0.003053	'ты': 0.001315	'ды': 0.000611	'шк': 0.000302	'ея': 0.000126	'лх': 0.000036	'юх': 0.000008
'я': 0.012525	'со': 0.00305	'вл': 0.001309	'ип': 0.000598	'вь': 0.000287	'эк': 0.000124	'ья': 0.000036	'гв': 0.000008
'ь': 0.010552	'ия': 0.00299	'он': 0.001302	'рь': 0.000595	'од': 0.000285	'нр': 0.000124	'нр': 0.000036	'яб': 0.000006
'по': 0.010342	'ам': 0.002982	'ду': 0.001285	'ха': 0.000593	'ге': 0.000285	'бх': 0.000122	'яй': 0.000034	'бз': 0.000006
'о': 0.0097	'л': 0.002978	'ид': 0.001283	'см': 0.000583	'яя': 0.000281	'эп': 0.000122	'лю': 0.000034	'ну': 0.000006
'не': 0.009676	'гв': 0.002952	'я': 0.001281	'я': 0.000572	'рц': 0.000281	'ыг': 0.000118	'лп': 0.000034	'шп': 0.000006
'то': 0.009556	'ма': 0.002946	'ае': 0.001279	'вр': 0.00057	'йк': 0.000281	'фа': 0.000118	'нш': 0.000034	'бю': 0.000006
'ро': 0.009406	'ки': 0.002913	'чн': 0.001277	'зр': 0.000568	'сч': 0.000274	'яж': 0.000118	'дб': 0.000034	'бл': 0.000006
'и': 0.009017	'ив': 0.002879	'ез': 0.001268	'ш': 0.000568	'мк': 0.000266	'ан': 0.000114	'зт': 0.000032	'юа': 0.000006
'ни': 0.008847	'аз': 0.002864	'еб': 0.001264	'ш': 0.000566	'оц': 0.000266	'ыц': 0.000114	'эх': 0.000032	'рш': 0.000006
'на': 0.008832	'ое': 0.002853	'ир': 0.001255	'бн': 0.000563	'рм': 0.000263	'тм': 0.000111	'сф': 0.000032	'жм': 0.000006
'ен': 0.008736	'сб': 0.002851	'г': 0.001253	'л': 0.000561	'вт': 0.000259	'пн': 0.000109	'ав': 0.00003	'сз': 0.000006
'ра': 0.008382	'ис': 0.002832	'ши': 0.001219	'з': 0.000561	'эк': 0.000257	'ыз': 0.000109	'оу': 0.00003	'тп': 0.000006
'се': 0.008181	'с': 0.002815	'ым': 0.001219	'чк': 0.000553	'юб': 0.000257	'ыц': 0.000109	'дг': 0.00003	'вг': 0.000006
'пр': 0.008147	'ю': 0.002808	'др': 0.001174	'ф': 0.000551	'ш': 0.000255	'лх': 0.000107	'вч': 0.00003	'цк': 0.000006
'й': 0.007737	'вы': 0.002789	'эл': 0.001174	'ян': 0.000551	'ц': 0.000255	'уя': 0.000107	'рп': 0.00003	'ю': 0.000006
'го': 0.007586	'ск': 0.002772	'жн': 0.001157	'пы': 0.000542	'йч': 0.000253	'эл': 0.000107	'п': 0.00003	'сж': 0.000006
'т': 0.007519	'ар': 0.002755	'а': 0.001155	'б': 0.00054	'з': 0.000249	'аф': 0.000103	'тг': 0.00003	'пч': 0.000006
'ко': 0.00745	'ей': 0.002733	'ач': 0.001146	'ба': 0.000536	'ш': 0.000249	'дц': 0.000103	'яц': 0.000028	'лм': 0.000006
'д': 0.007371	'ви': 0.002723	'ьс': 0.001142	'ац': 0.000529	'пц': 0.000246	'рч': 0.000103	'дч': 0.000028	'гш': 0.000006
'ов': 0.007266	'ру': 0.002631	'аю': 0.001099	'ср': 0.000529	'ыч': 0.000244	'ч': 0.000101	'фр': 0.000028	'сш': 0.000006
'тъ': 0.007144	'сл': 0.00262	'ци': 0.001095	'ай': 0.000523	'зы': 0.000242	'дп': 0.000101	'уэ': 0.000028	'эй': 0.000004
'к': 0.007108	'ож': 0.002558	'ус': 0.001086	'яд': 0.000521	'бс': 0.000242	'нф': 0.000101	'юз': 0.000026	'ыу': 0.000004
'м': 0.006842	'мм': 0.002472	'ш': 0.001078	'эл': 0.000521	'ш': 0.00024	'тп': 0.000099	'ун': 0.000026	'фс': 0.000004
'ал': 0.006748	'ну': 0.002457	'дл': 0.001075	'юг': 0.000514	'п': 0.000238	'ау': 0.000099	'мб': 0.000026	'гг': 0.000004
'м': 0.006726	'ок': 0.002403	'лю': 0.001043	'ун': 0.000512	'ю': 0.000234	'кв': 0.000099	'кш': 0.000024	'йл': 0.000004
'ре': 0.006495	'ч': 0.002395	'аб': 0.00103	'а': 0.00051	'ю': 0.000233	'яр': 0.000099	'зв': 0.000023	'жб': 0.000004
'от': 0.006281	'пе': 0.002356	'р': 0.001018	'хи': 0.00051	'д': 0.000231	'п': 0.000098	'йм': 0.000023	'лв': 0.000004
'в': 0.006274	'л': 0.002275	'ыв': 0.001018	'рг': 0.000503	'рш': 0.000229	'яг': 0.000096	'ыч': 0.000023	'гх': 0.000004
'во': 0.006242	'ко': 0.002226	'гш': 0.001011	'уш': 0.000497	'ф': 0.000225	'мс': 0.000094	'тг': 0.000023	'юм': 0.000004
'ер': 0.006163	'их': 0.002226	'бл': 0.001009	'на': 0.000493	'шу': 0.000219	'пп': 0.000094	'чл': 0.000023	'гс': 0.000004
'га': 0.006125	'ди': 0.002222	'эт': 0.001007	'ф': 0.000493	'рк': 0.000218	'тл': 0.000092	'фл': 0.000021	'нз': 0.000004
'ол': 0.005981	'ик': 0.002215	'нг': 0.001005	'б': 0.00049	'л': 0.00021	'йц': 0.00009	'ч': 0.000021	'уу': 0.000004
'ли': 0.005917	'си': 0.002211	'бр': 0.001003	'ух': 0.000484	'сд': 0.00021	'хс': 0.00009	'чр': 0.000021	'по': 0.000004
'ва': 0.005833	'ая': 0.002166	'д': 0.001	'г': 0.000484	'ыр': 0.00021	'хл': 0.000088	'ож': 0.000021	'хг': 0.000004
'ге': 0.005797	'из': 0.002161	'оя': 0.000983	'ш': 0.000465	'йт': 0.00021	'еу': 0.000088	'оз': 0.000021	'жл': 0.000004
'т': 0.005529	'вс': 0.002161	'ул': 0.000983	'ям': 0.000458	'ьм': 0.000208	'ьт': 0.000088	'мф': 0.000021	'гт': 0.000004
'ка': 0.005518	'ще': 0.002119	'ур': 0.000966	'иж': 0.000454	'л': 0.000208	'ш': 0.000088	'вц': 0.000019	'оа': 0.000004
'ль': 0.005484	'сп': 0.002108	'гш': 0.00096	'гш': 0.000448	'л': 0.000201	'пт': 0.000088	'кк': 0.000019	'жг': 0.000004
'з': 0.005433	'г': 0.002084	'ш': 0.000951	'уш': 0.000446	'йд': 0.000199	'кц': 0.000084	'вв': 0.000019	'жс': 0.000004
'ел': 0.00536	'ля': 0.002059	'це': 0.000943	'г': 0.000443	'ыб': 0.000197	'нф': 0.000083	'аш': 0.000019	'тз': 0.000004
'од': 0.005208	'вн': 0.002048	'ьк': 0.00094	'ек': 0.000433	'мл': 0.000193	'сб': 0.000083	'шв': 0.000019	'ыш': 0.000004
'да': 0.005145	'гс': 0.002014	'сб': 0.000936	'уб': 0.000431	'сх': 0.000191	'жк': 0.000081	'ц': 0.000019	'тш': 0.000004
'ла': 0.005143	'ше': 0.001979	'чт': 0.000936	'чу': 0.000428	'яз': 0.000191	'ьг': 0.000077	'жч': 0.000017	'км': 0.000004
'тн': 0.00512	'кр': 0.00193	'тк': 0.000917	'ью': 0.000428	'рх': 0.000189	'ьж': 0.000077	'бв': 0.000017	'хь': 0.000004
'ан': 0.005115	'ад': 0.001891	'лс': 0.000913	'нк': 0.000422	'яч': 0.000188	'лч': 0.000077	'лч': 0.000017	'фл': 0.000004
'ит': 0.00507	'оч': 0.001891	'йс': 0.000891	'дс': 0.000409	'уз': 0.000186	'пс': 0.000075	'дс': 0.000017	'фш': 0.000004
'за': 0.005068	'ич': 0.001849	'сн': 0.000887	'ц': 0.000407	'нч': 0.000184	'рп': 0.000073	'жб': 0.000017	'э': 0.000004
'се': 0.005025	'оп': 0.001832	'юш': 0.00088	'яс': 0.000403	'ш': 0.000182	'зб': 0.000073	'д': 0.000017	'ф': 0.000004
'у': 0.004998	'х': 0.001821	'зв': 0.00088	'ыл': 0.000401	'юс': 0.000182	'кг': 0.000073	'ын': 0.000017	'пв': 0.000002
'ат': 0.004989	'а': 0.001817	'пш': 0.000868	'вз': 0.000399	'сю': 0.000178	'ш': 0.000071	'нш': 0.000017	'нх': 0.000002
'ет': 0.004959	'чи': 0.001791	'ум': 0.000863	'уе': 0.000396	'рг': 0.000178	'дл': 0.000069	'зг': 0.000015	'бс': 0.000002
'ор': 0.004899	'з': 0.001784	'жа': 0.000861	'вк': 0.000388	'вд': 0.000178	'бк': 0.000068	'зз': 0.000015	'йп': 0.000002
'ло': 0.004882	'ят': 0.001784	'нб': 0.00085	'ео': 0.000386	'мп': 0.000176	'сц': 0.000068	'кз': 0.000015	'лш': 0.000002
'ог': 0.004753	'жи': 0.001701	'мы': 0.00085	'вп': 0.000384	'хр': 0.000176	'хм': 0.000068	'хм': 0.000015	'цп': 0.000002
'ри': 0.004738	'дн': 0.001686	'аж': 0.000844	'яе': 0.000384	'шп': 0.000176	'сш': 0.000066	'гч': 0.000015	'цз': 0.000002
'у': 0.004608	'ж': 0.001677	'рн': 0.00084	'рв': 0.000383	'з': 0.000173	'мм': 0.000066	'юн': 0.000015	'лз': 0.000002
'де': 0.004606	'гн': 0.001671	'еш': 0.000833	'рж': 0.000379	'к': 0.000171	'ху': 0.000066	'юш': 0.000015	'йш': 0.000002
'ся': 0.004554	'з': 0.001639	'га': 0.000818	'зп': 0.000377	'гк': 0.000169	'шн': 0.000066	'лб': 0.000013	'юл': 0.000002
'ме': 0.004548	'оз': 0.001634	'ап': 0.000803	'шл': 0.000375	'як': 0.000169	'ьб': 0.000066	'яп': 0.000013	'бц': 0.000002
'р': 0.004528	'шп': 0.001609	'ут': 0.000797	'ио': 0.000375	'хн': 0.000161	'дш': 0.000064	'яи': 0.000013	'хл': 0.000002
'ем': 0.004409	'йш': 0.001607	'дв': 0.000782	'ша': 0.000375	'вм': 0.000161	'гб': 0.000062	'рф': 0.000013	'мг': 0.000002
'ве': 0.004376	'йй': 0.001604	'ин': 0.000776	'шн': 0.000369	'оф': 0.000159	'ф': 0.00006	'нп': 0.000013	'фн': 0.000002
'ны': 0.004362	'бы': 0.0016	'ыг': 0.000775	'ыг': 0.000366	'ял': 0.000159	'уй': 0.000058	'аа': 0.000013	'цл': 0.000002
'ле': 0.004222	'ча': 0.001596	'зо': 0.000769	'г': 0.000366	'ык': 0.000158	'рб': 0.000054	'жж': 0.000011	'бч': 0.000002
'х': 0.004083	'ых': 0.001594	'ак': 0.000765	'ке': 0.000366	'жу': 0.000158	'рю': 0.000054	'мц': 0.000011	'шш': 0.000002
'ил': 0.004057	'ры': 0.001585	'еш': 0.00076	'шо': 0.000362	'яя': 0.000156	'хе': 0.000054	'уф': 0.000011	'гм': 0.000002
'ак': 0.004025	'бе': 0.001575	'ыс': 0.00075	'мв': 0.000354	'лп': 0.000156	'лт': 0.000054	'лп': 0.000011	'гз': 0.000002
'ы': 0.004019	'ку': 0.001574	'пл': 0.000743	'хв': 0.000353	'ню': 0.000154	'жо': 0.000054	'фг': 0.000011	'шр': 0.000002
'мо': 0.003967	'н': 0.001553	'лн': 0.000741	'бш': 0.000349	'лж': 0.000152	'жр': 0.000053	'уц': 0.000011	'уц': 0.000002
'б': 0.003871	'па': 0.001553	'ук': 0.000735	'ыш': 0.000349	'еа': 0.000152	'ао': 0.000053	'зч': 0.000011	'уо': 0.000002
'об': 0.003867	'св': 0.001547	'яв': 0.000731	'оо': 0.000347	'ею': 0.00015	'дз': 0.000053	'хг': 0.000009	'юо': 0.000002
'он': 0.003854	'мн': 0.001532	'ош': 0.000731	'яч': 0.000347	'юр': 0.000053	'юр': 0.000053	'мх': 0.000009	'мх': 0.000002
'ой': 0.003834	'кг': 0.001527	'пу': 0.000722	'нд': 0.000343	'сы': 0.000148	'эм': 0.000053	'ьб': 0.000009	'чх': 0.000002
'ом': 0.0038	'ек': 0.001519	'иб': 0.00072	'ье': 0.000341	'цу': 0.000144	'чо': 0.000053	'сз': 0.000009	'юп': 0.000002
'че': 0.003753	'уд': 0.001515	'су': 0.000718	'зе': 0.000341	'б': 0.000143	'еф': 0.000053	'шм': 0.000009	'шш': 0.000002

'ас': 0.003646	'ня': 0.001515	'уп': 0.000707	'фи': 0.000341	'аи': 0.000143	'зж': 0.000051	'хэ': 0.000009	'мв': 0.000002
'до': 0.003644	'лу': 0.001512	'би': 0.000701	'кс': 0.000339	'иш': 0.000141	'ьи': 0.000051	'тп': 0.000009	'зш': 0.000002
'ед': 0.003631	'му': 0.001506	'ьш': 0.000698	'аш': 0.000339	'нг': 0.000141	'бм': 0.000049	'дж': 0.000009	'шр': 0.000002
'гр': 0.003428	'еє': 0.001504	'жл': 0.00069	'еп': 0.000339	'пы': 0.000141	'тч': 0.000049	'лш': 0.000009	
'нн': 0.003412	'кл': 0.00144	'ш': 0.000686	'дс': 0.000339	'эб': 0.000139	'нв': 0.000047	'бш': 0.000009	
'ие': 0.003346	'нт': 0.001439	'еч': 0.000673	'лк': 0.000323	'ях': 0.000139	'ю': 0.000047	'зз': 0.000009	

## Без пробілів

### Частота біграм з перетином

'ст': 0.016242	'пе': 0.002791	'еч': 0.001179	'ай': 0.000609	'ою': 0.000302	'хб': 0.000146	'сф': 0.000053	'фг': 0.000009
'но': 0.015168	'ап': 0.002786	'бр': 0.001169	'ау': 0.000605	'ея': 0.000301	'дц': 0.000145	'йф': 0.000049	'фу': 0.000009
'по': 0.012085	'их': 0.002772	'бл': 0.001164	'гн': 0.000586	'мг': 0.000299	'эк': 0.000145	'кэ': 0.000049	'тф': 0.000008
'ен': 0.012059	'ая': 0.002754	'ан': 0.001153	'вд': 0.000585	'яг': 0.000291	'чь': 0.000143	'тж': 0.000047	'зх': 0.000008
'се': 0.011875	'ят': 0.002746	'вп': 0.001152	'ьт': 0.000582	'ьр': 0.000289	'пн': 0.000142	'кх': 0.000047	'пл': 0.000008
'то': 0.011156	'си': 0.002695	'аж': 0.001149	'ца': 0.000579	'йб': 0.000289	'иф': 0.000142	'юю': 0.000047	'пч': 0.000008
'не': 0.011385	'дн': 0.002652	'ао': 0.001148	'дс': 0.000575	'ху': 0.000288	'йп': 0.000141	'мь': 0.000047	'бт': 0.000008
'ро': 0.011206	'ек': 0.002647	'вш': 0.001141	'лк': 0.00057	'дз': 0.00028	'ьх': 0.00014	'мф': 0.000046	'пш': 0.000008
'ни': 0.010681	'ои': 0.002639	'зв': 0.001134	'бя': 0.000568	'эл': 0.00028	'кц': 0.000135	'йш': 0.000046	'пр': 0.000008
'ов': 0.01065	'ьс': 0.002617	'ти': 0.00113	'уп': 0.000562	'ьз': 0.000279	'эл': 0.000135	'рл': 0.000046	'гх': 0.000008
'на': 0.010185	'оч': 0.002599	'мп': 0.001125	'аш': 0.000559	'уа': 0.000278	'нф': 0.000135	'нц': 0.000045	'гт': 0.000008
'ра': 0.009828	'мн': 0.002499	'йп': 0.001091	'вм': 0.000557	'бс': 0.000278	'зэ': 0.000134	'сж': 0.000041	'зю': 0.000008
'пр': 0.009489	'тн': 0.002484	'ук': 0.001085	'нк': 0.000544	'пя': 0.000277	'юм': 0.000133	'фр': 0.000041	'йф': 0.000007
'ко': 0.009008	'ич': 0.002479	'йн': 0.001084	'рв': 0.000541	'яг': 0.000276	'кд': 0.000133	'пб': 0.00004	'цб': 0.000007
'го': 0.008867	'ше': 0.002451	'чт': 0.00108	'ий': 0.000532	'мб': 0.000274	'бх': 0.000132	'пъ': 0.000038	'шп': 0.000007
'от': 0.008636	'яв': 0.002451	'ох': 0.001079	'уп': 0.000529	'рш': 0.000268	'дх': 0.000131	'мш': 0.000037	'жг': 0.000007
'тб': 0.0084	'ип': 0.002448	'це': 0.001069	'ью': 0.000529	'ез': 0.000263	'сз': 0.00013	'мф': 0.000036	'бж': 0.000007
'ес': 0.008334	'ез': 0.002421	'ям': 0.001069	'зи': 0.000519	'оф': 0.000257	'йж': 0.00013	'зв': 0.000035	'эс': 0.000007
'ал': 0.00804	'ля': 0.002417	'рн': 0.00105	'уе': 0.000508	'ьч': 0.000256	'дд': 0.000129	'юш': 0.000035	'чд': 0.000007
'ер': 0.008027	'ше': 0.00236	'пи': 0.001048	'ья': 0.000497	'яж': 0.000254	'ьу': 0.000128	'йц': 0.000035	'бб': 0.000007
'ре': 0.007755	'кр': 0.002333	'жа': 0.001029	'ке': 0.000497	'дп': 0.000254	'ьж': 0.000124	'зч': 0.000034	'чб': 0.000005
'вод': 0.007724	'ид': 0.002319	'га': 0.001021	'чу': 0.000496	'хд': 0.000252	'йз': 0.000123	'гт': 0.000034	'зф': 0.000005
'ан': 0.007554	'ян': 0.002209	'яи': 0.001019	'яр': 0.000494	'юв': 0.000248	'хе': 0.000122	'юц': 0.000033	'лп': 0.000005
'ол': 0.007449	'ут': 0.002207	'зо': 0.001018	'хн': 0.000494	'зп': 0.000248	'ьж': 0.000119	'дю': 0.000033	'по': 0.000005
'та': 0.007248	'еє': 0.002192	'юц': 0.001018	'йм': 0.000483	'оз': 0.000246	'пп': 0.000113	'хш': 0.000033	'шп': 0.000005
'ли': 0.007244	'дн': 0.002173	'еш': 0.00101	'ля': 0.000482	'юн': 0.000246	'кб': 0.000113	'юя': 0.000033	'гя': 0.000005
'од': 0.007127	'яс': 0.00214	'мы': 0.000999	'юд': 0.000479	'фо': 0.000245	'еф': 0.000113	'ис': 0.000033	'шр': 0.000005
'ге': 0.007002	'чи': 0.002077	'су': 0.000988	'ыл': 0.000479	'сх': 0.000245	'жк': 0.000112	'мц': 0.000033	'шд': 0.000004
'ва': 0.006996	'оо': 0.002077	'нб': 0.000983	'вв': 0.000478	'мм': 0.000245	'пт': 0.00011	'гч': 0.000033	'шш': 0.000004
'он': 0.006871	'ео': 0.002077	'ах': 0.000979	'ьд': 0.000472	'тб': 0.000245	'мж': 0.00011	'пп': 0.000033	'чж': 0.000004
'ег': 0.00685	'уд': 0.002076	'еж': 0.000975	'нд': 0.00047	'лг': 0.000242	'зт': 0.000109	'уф': 0.000032	'пх': 0.000004
'ат': 0.006798	'кт': 0.002033	'як': 0.000963	'чу': 0.000468	'щ': 0.000241	'рч': 0.000109	'жс': 0.000031	'пш': 0.000004
'нт': 0.006648	'му': 0.002029	'уг': 0.000963	'йр': 0.000466	'лж': 0.00024	'хх': 0.000109	'юх': 0.000031	'хш': 0.000004
'ль': 0.006538	'жи': 0.002014	'дв': 0.000963	'рж': 0.000464	'тз': 0.000235	'эл': 0.000108	'чл': 0.000031	'цл': 0.000004
'ор': 0.006536	'св': 0.00198	'еш': 0.00096	'вп': 0.000462	'вб': 0.000234	'йе': 0.000106	'вф': 0.000031	'жл': 0.000004
'ел': 0.006527	'ку': 0.001968	'вк': 0.000939	'зе': 0.000462	'нп': 0.000232	'лз': 0.000106	'эх': 0.00003	'кш': 0.000004
'ти': 0.006483	'еб': 0.001966	'вр': 0.000939	'лк': 0.000461	'аз': 0.000231	'дз': 0.000106	'тш': 0.00003	'бг': 0.000003
'ка': 0.006464	'ча': 0.001952	'оу': 0.000931	'оу': 0.00046	'юо': 0.000229	'гд': 0.000102	'нш': 0.000029	'шя': 0.000003
'ла': 0.006183	'пр': 0.001933	'ьн': 0.000928	'тт': 0.00046	'яю': 0.000229	'лр': 0.000099	'хц': 0.000029	'шр': 0.000003
'за': 0.005987	'йс': 0.001933	'хи': 0.000928	'ню': 0.000457	'зя': 0.000228	'нр': 0.000099	'лз': 0.000027	'фп': 0.000003
'да': 0.005974	'бе': 0.001915	'ош': 0.00092	'гу': 0.000455	'тл': 0.000225	'юг': 0.000099	'йю': 0.000027	'чх': 0.000003
'ем': 0.005958	'ий': 0.001896	'см': 0.00091	'ец': 0.000454	'нч': 0.000222	'вх': 0.000097	'шв': 0.000027	'бч': 0.000003
'ло': 0.005939	'ьх': 0.001894	'ьш': 0.000909	'сд': 0.000454	'мз': 0.000222	'нм': 0.000096	'йй': 0.000027	'цл': 0.000003
'ас': 0.005904	'ий': 0.001887	'йк': 0.000903	'ьн': 0.000452	'гк': 0.000222	'кж': 0.000095	'яф': 0.000027	'пз': 0.000003
'ог': 0.005876	'ин': 0.001887	'ех': 0.000882	'тм': 0.000451	'аа': 0.00022	'еш': 0.000093	'жп': 0.000027	'йй': 0.000003
'ме': 0.00566	'ня': 0.001882	'еу': 0.000872	'ща': 0.00045	'рх': 0.000219	'мх': 0.000092	'бэ': 0.000026	'лф': 0.000003
'ом': 0.005652	'ши': 0.001881	'пш': 0.000865	'пш': 0.000446	'жу': 0.000218	'сэ': 0.000091	'ьз': 0.000026	'лф': 0.000003
'ри': 0.005598	'зн': 0.001854	'яо': 0.000859	'ья': 0.000445	'хт': 0.000216	'дб': 0.00009	'ьз': 0.000026	'шо': 0.000003
'ав': 0.00555	'бы': 0.001852	'ье': 0.000854	'юо': 0.000443	'лт': 0.000212	'дг': 0.000089	'рц': 0.000025	'пз': 0.000003
'ин': 0.005542	'лу': 0.001849	'тп': 0.000849	'юо': 0.000441	'эб': 0.000212	'пв': 0.000088	'пв': 0.000025	'нм': 0.000003
'ак': 0.00551	'ры': 0.00184	'ме': 0.000839	'шл': 0.000441	'хл': 0.000212	'дш': 0.000086	'зэ': 0.000025	'еш': 0.000002
'оп': 0.005404	'па': 0.001836	'пу': 0.000837	'шо': 0.000435	'из': 0.000211	'нз': 0.000084	'тц': 0.000024	'шб': 0.000002
'ед': 0.005388	'лп': 0.001831	'мв': 0.000837	'йш': 0.000435	'шш': 0.000211	'шш': 0.000082	'шш': 0.000024	'лш': 0.000002
'де': 0.005376	'ус': 0.001823	'жд': 0.000829	'кв': 0.000432	'нв': 0.000209	'гс': 0.000082	'бв': 0.000024	'фш': 0.000002
'сй': 0.005292	'нт': 0.001787	'аш': 0.000819	'уй': 0.000431	'ьр': 0.000209	'бк': 0.000082	'юц': 0.000024	'чг': 0.000002
'ве': 0.005269	'уж': 0.001774	'ьп': 0.000818	'юч': 0.000428	'мр': 0.000207	'тз': 0.000081	'фй': 0.000022	'фд': 0.000002
'ны': 0.005189	'яп': 0.001758	'кн': 0.000814	'зк': 0.000418	'ьг': 0.000206	'пс': 0.000081	'жб': 0.000022	'жз': 0.000002
'ис': 0.005151	'вл': 0.001756	'иш': 0.000814	'ьч': 0.000418	'юк': 0.000201	'яц': 0.000079	'гб': 0.000022	'цш': 0.000002
'мо': 0.005143	'кл': 0.001739	'би': 0.000814	'мл': 0.000416	'аф': 0.000201	'дх': 0.000079	'дх': 0.000022	'бш': 0.000002
'об': 0.005143	'ье': 0.001703	'не': 0.000802	'еа': 0.000416	'ню': 0.0002	'зъ': 0.000076	'лш': 0.000021	'пф': 0.000002
'ле': 0.005077	'ьк': 0.00169	'яз': 0.0008	'оц': 0.000409	'нг': 0.000199	'лх': 0.000076	'ьц': 0.000021	'мю': 0.000002
'нв': 0.005053	'уч': 0.001637	'ву': 0.0008	'лп': 0.000407	'юн': 0.000198	'жо': 0.000076	'жс': 0.00002	'шз': 0.000002
'ил': 0.004952	'ьв': 0.001615	'йв': 0.000797	'аш': 0.000407	'иш': 0.000197	'ьа': 0.000076	'тц': 0.000019	'ця': 0.000002
'ьн': 0.004937	'ую': 0.001615	'ют': 0.000788	'юб': 0.000405	'пк': 0.000196	'сц': 0.000076	'чр': 0.000019	'шш': 0.000002
'ой': 0.004526	'гр': 0.001613	'кс': 0.000784	'мг': 0.0004	'зс': 0.000194	'юж': 0.000076	'фз': 0.000019	'пш': 0.000002
'че': 0.004499	'аб': 0.0016	'ша': 0.000777	'кп': 0.0004	'рг': 0.000194	'яш': 0.000075	'гз': 0.000019	'хь': 0.000002

'им': 0.004425	'са': 0.001594	'эз': 0.000777	'бш': 0.000399	'юр': 0.000192	'хг': 0.000075	'мш': 0.000019	'эр': 0.000002
'ам': 0.004389	'ым': 0.001593	'яе': 0.000772	'ыш': 0.000398	'хз': 0.000192	'тг': 0.000074	'уц': 0.000018	'шц': 0.000002
'ие': 0.004327	'ту': 0.00159	'ха': 0.000772	'яб': 0.000398	'сб': 0.000192	'юу': 0.000074	'тм': 0.000018	'шц': 0.000002
'до': 0.004312	'аг': 0.00156	'ю': 0.000772	'рс': 0.000397	'юз': 0.000191	'жр': 0.000073	'зм': 0.000018	'жз': 0.000002
'нн': 0.004235	'чн': 0.001559	'нц': 0.000762	'б': 0.000395	'сю': 0.000189	'ья': 0.000073	'нэ': 0.000018	'цф': 0.000002
'тр': 0.004162	'ду': 0.001557	'иа': 0.000758	'ыб': 0.000394	'сы': 0.000189	'тх': 0.000073	'хф': 0.000018	'фж': 0.000001
'еп': 0.004158	'ач': 0.001555	'яг': 0.000755	'яу': 0.000394	'км': 0.000188	'уй': 0.000073	'нл': 0.000018	'чя': 0.000001
'тв': 0.004033	'ты': 0.001527	'гд': 0.000754	'дм': 0.000385	'йг': 0.000188	'эж': 0.000071	'цн': 0.000018	'шс': 0.000001
'ег': 0.003988	'ши': 0.001501	'ьм': 0.000743	'ьу': 0.000382	'кк': 0.000187	'уз': 0.000071	'жм': 0.000018	'жц': 0.000001
'аз': 0.003935	'уп': 0.001481	'ды': 0.000737	'фй': 0.000371	'ю': 0.000185	'мз': 0.000071	'кф': 0.000018	'шх': 0.000001
'же': 0.003903	'ен': 0.001473	'йд': 0.000726	'мд': 0.000368	'рд': 0.000183	'шн': 0.00007	'шм': 0.000016	'шш': 0.000001
'ок': 0.003783	'но': 0.001456	'мк': 0.000721	'уз': 0.000367	'шт': 0.000181	'кя': 0.00007	'эн': 0.000016	'шд': 0.000001
'ое': 0.003769	'зд': 0.001455	'зу': 0.00072	'яч': 0.000365	'гл': 0.000179	'гв': 0.000069	'бд': 0.000016	'цж': 0.000001
'со': 0.003769	'лс': 0.001451	'хв': 0.000717	'эф': 0.000365	'цу': 0.000178	'рб': 0.000068	'чс': 0.000015	'гц': 0.000001
'ев': 0.00376	'яд': 0.00145	'зр': 0.000714	'фф': 0.000365	'йа': 0.000176	'нх': 0.000068	'пв': 0.000015	'фб': 0.000001
'се': 0.003754	'др': 0.001441	'хп': 0.000706	'вп': 0.000363	'тч': 0.000175	'юл': 0.000068	'лц': 0.000014	'шж': 0.000001
'ки': 0.003737	'ьс': 0.001428	'йг': 0.000703	'рм': 0.000363	'оа': 0.000174	'яф': 0.000066	'жъ': 0.000014	'жя': 0.000001
'ви': 0.0037	'ьп': 0.001406	'зм': 0.000695	'хр': 0.000362	'гп': 0.000173	'кш': 0.000066	'рф': 0.000014	'цч': 0.000001
'ия': 0.003641	'ум': 0.001368	'ср': 0.000692	'ыр': 0.000361	'яа': 0.000172	'юа': 0.000066	'жв': 0.000014	'чч': 0.000001
'ск': 0.003632	'иг': 0.001367	'ьн': 0.000691	'ге': 0.000358	'рп': 0.000172	'юг': 0.000066	'фн': 0.000013	'шц': 0.000001
'бо': 0.003554	'жн': 0.00135	'бу': 0.000688	'сч': 0.000356	'цо': 0.00017	'вж': 0.000063	'бш': 0.000013	'эя': 0.000001
'ма': 0.0035	'ьв': 0.001347	'вз': 0.00068	'хм': 0.00035	'мч': 0.000169	'чо': 0.000063	'жж': 0.000013	'эч': 0.000001
'ми': 0.003497	'тк': 0.001341	'лы': 0.000675	'шк': 0.000347	'йл': 0.000167	'нб': 0.000063	'цз': 0.000013	'гы': 0.000001
'ар': 0.003464	'оя': 0.001333	'ьд': 0.000671	'юп': 0.000346	'лд': 0.000166	'рц': 0.000062	'пц': 0.000012	'гж': 0.000001
'вс': 0.003376	'дл': 0.001332	'шь': 0.000667	'вя': 0.000342	'лм': 0.000165	'бм': 0.000062	'шс': 0.000012	'пж': 0.000001
'ик': 0.003296	'ур': 0.001297	'бн': 0.000666	'ях': 0.000341	'яз': 0.000164	'рр': 0.000062	'фс': 0.000012	'шз': 0.000001
'сь': 0.003284	'ув': 0.001295	'хс': 0.000666	'хк': 0.000341	'лч': 0.000163	'хэ': 0.00006	'шц': 0.000012	'гф': 0.000001
'вы': 0.003273	'ен': 0.001285	'рь': 0.000665	'зг': 0.000334	'дг': 0.000162	'йя': 0.00006	'лм': 0.000012	'эа': 0.000001
'ож': 0.003262	'ци': 0.00128	'ба': 0.000656	'ьч': 0.000325	'вз': 0.000162	'вц': 0.000059	'бз': 0.000011	'эб': 0.000001
'ей': 0.003213	'аю': 0.001274	'тя': 0.000644	'ык': 0.000323	'уу': 0.000159	'хж': 0.000059	'бп': 0.000011	'фг': 0.000001
'ру': 0.003156	'иб': 0.001253	'уб': 0.000643	'нц': 0.000321	'ьа': 0.000159	'сг': 0.000058	'жт': 0.000011	'фх': 0.000001
'сл': 0.003108	'ря': 0.001249	'фе': 0.00064	'вь': 0.000321	'цы': 0.000154	'эм': 0.000057	'тю': 0.000011	'дз': 0.000001
'ну': 0.003093	'эт': 0.001242	'рт': 0.00064	'йз': 0.00032	'ьд': 0.000154	'хч': 0.000057	'гш': 0.00001	'жх': 0.000001
'из': 0.003092	'ун': 0.001217	'нж': 0.000637	'йу': 0.000318	'дз': 0.000153	'дч': 0.000056	'вш': 0.00001	'чм': 0.000001
'ад': 0.003016	'гл': 0.001211	'ац': 0.000637	'зы': 0.000318	'фа': 0.000152	'рю': 0.000055	'бю': 0.00001	
'оз': 0.00299	'ул': 0.001198	'ял': 0.000636	'рк': 0.000317	'кг': 0.000152	'фл': 0.000055	'цд': 0.000009	
'вн': 0.002959	'сц': 0.001196	'ус': 0.000633	'уо': 0.000307	'ьц': 0.00015	'юе': 0.000055	'лр': 0.000009	
'тс': 0.002943	'лн': 0.001182	'чк': 0.000632	'шу': 0.000306	'вч': 0.000148	'нж': 0.000054	'чз': 0.000009	
'хо': 0.002939	'лю': 0.001182	'пы': 0.000629	'лп': 0.000305	'уя': 0.000147	'кч': 0.000053	'ьш': 0.000009	
'сп': 0.002821	'ьт': 0.001182	'юс': 0.000621	'ьо': 0.000303	'бь': 0.000147	'цг': 0.000053	'рз': 0.000009	

Без пробілів							
Частота біграм без перетину							
'ст': 0.016363	'сп': 0.002901	'ун': 0.00122	'ух': 0.000627	'ях': 0.000332	'рп': 0.000158	'чо': 0.000059	'тш': 0.000013
'но': 0.015061	'го': 0.002868	'ьт': 0.001216	'юс': 0.000627	'юп': 0.00033	'лч': 0.000158	'кш': 0.000059	'бш': 0.000013
'по': 0.012035	'хо': 0.002843	'бл': 0.001192	'ср': 0.000627	'вь': 0.000328	'йц': 0.000156	'юг': 0.000059	'фс': 0.000013
'ен': 0.011952	'ап': 0.002839	'лю': 0.001187	'лы': 0.000625	'вп': 0.000323	'пш': 0.000156	'нж': 0.000059	'цд': 0.000013
'ос': 0.011853	'ая': 0.002791	'бр': 0.001187	'вз': 0.000625	'ык': 0.000319	'йа': 0.000156	'хж': 0.000059	'зм': 0.000013
'го': 0.011527	'ят': 0.002788	'еч': 0.001183	'рь': 0.00062	'йз': 0.000317	'ьэ': 0.000154	'тг': 0.000059	'цн': 0.000013
'ро': 0.011367	'их': 0.002788	'сц': 0.001166	'рт': 0.000614	'ьо': 0.00031	'ьш': 0.000152	'вц': 0.000059	'жт': 0.000011
'не': 0.011246	'пе': 0.002786	'гл': 0.001163	'лк': 0.000614	'мг': 0.00031	'чь': 0.000152	'нб': 0.000057	'жг': 0.000011
'ни': 0.01076	'ди': 0.002714	'аж': 0.001146	'ай': 0.000611	'нц': 0.00031	'оа': 0.000152	'яф': 0.000057	'бю': 0.000011
'ов': 0.010749	'ьс': 0.002654	'ани': 0.001141	'иж': 0.0006	'юо': 0.000306	'уя': 0.00015	'рр': 0.000057	'жж': 0.000011
'на': 0.010142	'ен': 0.002641	'гн': 0.001141	'нк': 0.000592	'уо': 0.000306	'нф': 0.00015	'рц': 0.000057	'шп': 0.000011
'ра': 0.010001	'ек': 0.002628	'лн': 0.001137	'ау': 0.000583	'мб': 0.000306	'кг': 0.00015	'сф': 0.000055	'шс': 0.000011
'пр': 0.009403	'оч': 0.002626	'зв': 0.00113	'вд': 0.000583	'зп': 0.000301	'ьх': 0.000145	'рю': 0.000055	'фг': 0.000011
'ко': 0.009106	'он': 0.002525	'ох': 0.00113	'дс': 0.000578	'лп': 0.000299	'вз': 0.000145	'йф': 0.000055	'цз': 0.000011
'го': 0.008963	'мн': 0.002507	'ао': 0.001126	'гн': 0.000578	'ху': 0.000299	'эк': 0.000143	'кч': 0.000053	'пц': 0.000011
'от': 0.008554	'ше': 0.002487	'мп': 0.001117	'ца': 0.000578	'рк': 0.000297	'йя': 0.000143	'йя': 0.000053	'тю': 0.000011
'тъ': 0.008466	'тн': 0.002465	'пн': 0.001117	'чк': 0.000574	'дъ': 0.000295	'бь': 0.000143	'фр': 0.000051	'шп': 0.000009
'ес': 0.008416	'яв': 0.002452	'чг': 0.001108	'шц': 0.00057	'яг': 0.000295	'ьц': 0.000141	'дч': 0.000051	'чз': 0.000009
'ал': 0.008119	'ля': 0.002419	'вш': 0.001104	'уш': 0.000565	'йб': 0.000292	'бх': 0.000141	'фл': 0.000051	'шш': 0.000009
'ер': 0.007972	'ез': 0.002415	'ям': 0.001102	'рв': 0.000556	'шу': 0.00029	'дц': 0.000141	'кш': 0.000051	'рф': 0.000009
'во': 0.007833	'ше': 0.002406	'йн': 0.001102	'ке': 0.000554	'оф': 0.000279	'ьа': 0.000139	'йш': 0.000051	'тф': 0.000009
'ре': 0.007809	'ич': 0.002393	'рн': 0.001097	'уш': 0.000548	'ьч': 0.000275	'вч': 0.000138	'нш': 0.000048	'лр': 0.000009
'ан': 0.007697	'ип': 0.002388	'вп': 0.001084	'ьт': 0.000534	'вг': 0.000273	'рч': 0.000134	'сг': 0.000048	'гш': 0.000009
'ол': 0.007415	'кр': 0.002302	'ук': 0.00108	'бя': 0.00053	'юн': 0.000273	'дх': 0.000134	'сж': 0.000048	'фш': 0.000009
'од': 0.007231	'ут': 0.002287	'жа': 0.00106	'ьд': 0.000528	'лп': 0.000273	'ьж': 0.000134	'нш': 0.000048	'зц': 0.000009
'ли': 0.007222	'ид': 0.002274	'йп': 0.001053	'вм': 0.000526	'юв': 0.00027	'йж': 0.000134	'гж': 0.000046	'бб': 0.000009
'га': 0.007176	'ее': 0.00217	'пе': 0.001049	'йр': 0.000523	'ея': 0.00027	'зз': 0.000132	'мь': 0.000046	'шр': 0.000009
'он': 0.007136	'дн': 0.00214	'зо': 0.00104	'йи': 0.000521	'бс': 0.000268	'ьу': 0.000131	'юе': 0.000044	'чд': 0.000009
'ва': 0.00707	'оо': 0.00214	'ян': 0.001031	'зи': 0.000512	'ьз': 0.000268	'цу': 0.000128	'мф': 0.000044	'ьш': 0.000009
'ет': 0.007006	'ян': 0.002124	'га': 0.001025	'гг': 0.000501	'рш': 0.000268	'пн': 0.000125	'кч': 0.000042	'шш': 0.000007
'ге': 0.006993	'уд': 0.0021	'ак': 0.00102	'ьн': 0.000497	'ьч': 0.000266	'дл': 0.000125	'дл': 0.000042	'цз': 0.000007
'ат': 0.006775	'кт': 0.002089	'еш': 0.00102	'дя': 0.000493	'уа': 0.000264	'хе': 0.000123	'гч': 0.00004	'хш': 0.000007





## Скріншоти результатів рожевої програми:

**H10:**

$$0.33044 > R > 0.45123$$

**Лабораторная работа №1**

Произвольная часть текста:  
важные\_уроки\_слушая\_что\_ссорающиеся\_говорят\_друг\_другу\_они\_говорят\_например

Использованные буквы:  
с,

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

Введенный символ: **р**  
Символ по счету: **2**  
Номер эксперимента: **50**

Неравенство для энтропии:  
 $2,74337654061909 < H < 3,34779439228777$

Двоичная таблица угаданных символов:  
00010000000000000000000000000000  
00100000000000000000000000000000  
00000000000000010000000000000000  
00001000000000000000000000000000  
00000000000000000000000000000010

Вероятности:  
q[1] = 0,4  
q[2] = 0,04  
q[3] = 0,1  
q[4] = 0,02  
q[5] = 0,04  
q[6] = 0,02  
q[7] = 0,04  
q[8] = 0  
q[9] = 0,02  
q[10] = 0  
q[11] = 0  
q[12] = 0,02  
q[13] = 0,04  
q[14] = 0  
q[15] = 0  
q[16] = 0,02  
q[17] = 0,02  
q[18] = 0,02  
q[19] = 0,02  
q[20] = 0  
q[21] = 0  
q[22] = 0,04  
q[23] = 0  
q[24] = 0,06  
q[25] = 0  
q[26] = 0  
q[27] = 0,02  
q[28] = 0  
q[29] = 0  
q[30] = 0,02  
q[31] = 0,04  
q[32] = 0

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

**H20:**

$$0.64835 > R > 0.78202$$

**Лабораторная работа №1**

Произвольная часть текста:  
интересует\_лишь\_то\_что\_человек\_делающий\_их\_не\_просто\_заявляет\_что\_ему\_не\_нр

Использованные буквы:

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

Введенный символ: **ч**  
Символ по счету: **1**  
Номер эксперимента: **50**

Неравенство для энтропии:  
 $1,08989374801204 < H < 1,75826032786998$

Двоичная таблица угаданных символов:  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
10000000000000000000000000000000  
00100000000000000000000000000000  
00000000000001000000000000000000

Вероятности:  
q[1] = 0,7  
q[2] = 0,08  
q[3] = 0,06  
q[4] = 0,04  
q[5] = 0  
q[6] = 0,02  
q[7] = 0  
q[8] = 0  
q[9] = 0  
q[10] = 0  
q[11] = 0  
q[12] = 0,02  
q[13] = 0,02  
q[14] = 0,02  
q[15] = 0  
q[16] = 0  
q[17] = 0  
q[18] = 0  
q[19] = 0  
q[20] = 0  
q[21] = 0  
q[22] = 0  
q[23] = 0  
q[24] = 0  
q[25] = 0  
q[26] = 0  
q[27] = 0,02  
q[28] = 0  
q[29] = 0  
q[30] = 0  
q[31] = 0  
q[32] = 0,02

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

$$0.48467 > R > 0.59307$$

[illegible]

**Код програми:**

```
const fs =
require('fs');

readAndParse = (path) => {
  let text = fs.readFileSync(path, 'utf-8');
  text = text.toLowerCase();
  text = text.replace(/[\^a-яё]/g, " ");
  text = text.replace(/\\s+/g, " ");
  text = text.replace(/ë/g, 'e');
  text = text.replace(/ь/g, 'b');
  return text.trim();
}

removeSpaces = (text) => {
  return text.replace(/\\s/g, '');
}

sortFrequencies = (obj) => {
  let entries = Object.entries(obj);
  let sorted = entries.sort((a, b) => b[1] - a[1]);
}
```

```

    sorted.forEach(freq => {
      fs.appendFileSync('results.txt', `${freq[0]}: ${freq[1]}\n`);
    })
  }

const calcLetterFrequency = (text) => {
  const lttrFreq = {};
  const textLength = text.length;
  const arrText = text.split('');

  arrText.forEach(lttr => {
    lttrFreq[lttr] ? lttrFreq[lttr]++ : lttrFreq[lttr] = 1;
  });

  for (let key in lttrFreq) {
    lttrFreq[key] = lttrFreq[key] / textLength;
  };

  return lttrFreq;
};

const calcBigramCrossFreq = (text) => {
  const bigramFreq = {};
  const bigramAmount = text.length - 1;

  for (let i = 0; i < bigramAmount; i++) {
    let bigram = text.slice(i, i+2);
    bigramFreq[bigram] ? bigramFreq[bigram]++ : bigramFreq[bigram] = 1;
  }

  for (let key in bigramFreq) {
    bigramFreq[key] = bigramFreq[key] / bigramAmount;
  }

  return bigramFreq;
}

const calcBigramFreq = (text) => {
  const bigramFreq = {};
  const bigramAmount = Math.floor(text.length / 2);

  for (let i = 0; i < text.length - 1; i+=2) {
    let bigram = text.slice(i, i+2);
    bigramFreq[bigram] ? bigramFreq[bigram]++ : bigramFreq[bigram] = 1;
  }

  for (let key in bigramFreq) {
    bigramFreq[key] = bigramFreq[key] / bigramAmount;
  }
}

```

```

        return bigramFreq;
    }

    const calcMonogramEntropy = (freq) => {
        let entropy = 0;
        for (let key in freq) {
            entropy += freq[key] * Math.log2(freq[key]);
        }
        return - entropy;
    }

    const calcBigramEntropy = (freq) => {
        return calcMonogramEntropy(freq) / 2;
    }

    fs.appendFileSync('results.txt', '3 ПРОБІЛАМИ\n\n');
    const text = readAndParse('text.txt');
    const lttrFreq = calcLetterFrequency(text);
    const bigramFreqCross = calcBigramCrossFreq(text);
    const bigramFreq = calcBigramFreq(text);

    fs.appendFileSync('results.txt', 'ЕНТРОПІЇ\n');
    fs.appendFileSync('results.txt', `Ентропія монограм: ${calcMonogramEntropy(lttrFreq)}\n`);
    fs.appendFileSync('results.txt', `Ентропія біграм з перетином:
    ${calcBigramEntropy(bigramFreqCross)}\n`);
    fs.appendFileSync('results.txt', `Ентропія біграм без перетину:
    ${calcBigramEntropy(bigramFreq)}\n`);

    fs.appendFileSync('results.txt', '\n\nЧАСТОТА ЛІТЕР\n');
    sortFrequencies(lttrFreq);
    fs.appendFileSync('results.txt', '\n\nЧАСТОТА БІГРАМ З ПЕРЕТИНОМ\n');
    sortFrequencies(bigramFreqCross);
    fs.appendFileSync('results.txt', '\n\nЧАСТОТА БІГРАМ БЕЗ ПЕРЕТИНУ\n');
    sortFrequencies(bigramFreq);

    fs.appendFileSync('results.txt', '\n\nБЕЗ ПРОБІЛІВ\n\n');
    const text2 = removeSpaces(text);
    const lttrFreq2 = calcLetterFrequency(text2);
    const bigramFreqCross2 = calcBigramCrossFreq(text2);
    const bigramFreq2 = calcBigramFreq(text2);

    fs.appendFileSync('results.txt', 'ЕНТРОПІЇ\n');
    fs.appendFileSync('results.txt', `Ентропія монограм: ${calcMonogramEntropy(lttrFreq2)}\n`);
    fs.appendFileSync('results.txt', `Ентропія біграм з перетином:
    ${calcBigramEntropy(bigramFreqCross2)}\n`);
    fs.appendFileSync('results.txt', `Ентропія біграм без перетину:
    ${calcBigramEntropy(bigramFreq2)}\n`);

```

```
fs.appendFileSync('results.txt', '\n\nЧАСТОТА ЛИТЕР\n');
sortFrequencies(lttrFreq2);
fs.appendFileSync('results.txt', '\n\nЧАСТОТА БІГРАМ З ПЕРЕТИНОМ\n');
sortFrequencies(bigramFreqCross2);
fs.appendFileSync('results.txt', '\n\nЧАСТОТА БІГРАМ БЕЗ ПЕРЕТИНУ\n');
sortFrequencies(bigramFreq2);
```

## **Висновки:**

Під час даного комп'ютерного практикуму, ми навчились визначати ентропію на символ джерела та його надлишковості. Порівняли різні моделі джерел відкритого тексту для наближеного визначення ентропії та набули практичних навичок оцінки ентропії на символ джерела.