

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Фізико-технічний інститут

КРИПТОГРАФІЯ

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

Виконала:
Студентка 3 курсу
Групи ФБ-01
Маковська М. В.

Київ – 2022

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

Постановка задачі:

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

Хід роботи

Для подальшої роботи з текстом було обрано “Темні думки кобзаря” Т. Шевченка (російською мовою)

Отримані результати для тексту з пробілами:

Частота букв:

'ё'	0.000034	'я'	0.017743
'ъ'	0.000167	'у'	0.021872
'ф'	0.001987	'п'	0.024327
'э'	0.002605	'д'	0.024679
'щ'	0.002755	'м'	0.02776
'ц'	0.003552	'к'	0.031542
'ю'	0.005857	'л'	0.035305
'ш'	0.007176	'в'	0.04025
'х'	0.007198	'р'	0.042085
'ж'	0.007372	'т'	0.045212
'й'	0.011375	'с'	0.047214
'ь'	0.012433	'н'	0.056367
'ч'	0.012843	'и'	0.061689
'з'	0.01294	'а'	0.065299
'ы'	0.012945	'е'	0.073366
'б'	0.014152	'о'	0.092209
'г'	0.017298	' '	0.160392

Ентропія: 4.378468487047604

Надлишковість: 0.13936108750594567

Частота біграм H_1 :

	а	б	в	г	д	е	є	з	ж	з	и	ы	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ь	ю	я		
а	0,00039	0,00078	0,003232	0,000814	0,001803	0,000848	0	0,00001	0,000753	0,002536	0,000313	0	0,000679	0,003891	0,005953	0,002618	0,005557	0,000029	0,001289	0,004273	0,003456	0,004517	0,000148	0,000388	0,000853	0,000148	0,00089	0,000888	0,000133	0	0	0,000819	0,001924	0,015719	
б	0,000834	0,000017	0,000069	0,000015	0,000008	0,00242	0,000002	0,000002	0,000003	0,000081	0,000731	0,002339	0,000003	0,000056	0,001028	0,000002	0,000308	0,00203	0	0,001629	0,000133	0,000002	0,001206	0	0,000062	0,000001	0,000003	0,000001	0,000307	0,000079	0,000022	0,000007	0,000258	0,000457	
в	0,005169	0,000002	0,000029	0,000201	0,000206	0,005227	0	0	0,000003	0,000212	0,003429	0,001931	0,000003	0,000038	0,0009	0,000121	0,001225	0,006394	0,000275	0,000012	0,002667	0,000394	0,000642	0,000003	0,000001	0,000049	0,000873	0,000893	0,000012	0,000007	0,000135	0,000015	0,000382	0,000763	
г	0,001107	0,000002	0,000004	0,000128	0,0000649	0,000775	0,000007	0	0	0,000025	0,000002	0,000652	0	0	0,000582	0,000032	0,000002	0,009805	0,000002	0,000014	0,000187	0,000007	0,000832	0	0	0,000002	0,000012	0,000008	0	0	0	0,000001	0,000000		
д	0,004745	0,000017	0,000543	0,000001	0,000029	0,004106	0	0	0,000025	0,000011	0,001837	0,000359	0,000002	0,0000254	0,000772	0,000101	0,002199	0,0003862	0,000131	0,000118	0,000576	0,000125	0,001489	0,000012	0,000001	0,000163	0,000004	0,0000471	0	0,000037	0,000329	0,000013	0,0000204	0,001461	
е	0,000227	0,000821	0,003486	0,003119	0,000777	0,001159	0,000003	0,000002	0,000664	0,001178	0,000142	0	0	0,000232	0,001747	0,000581	0,000402	0,000513	0,000265	0,001259	0,000581	0,004622	0,001404	0,000165	0,000081	0,000428	0,000382	0,001324	0,000448	0,000632	0	0	0,000266	0,000202	0,015175
є	0	0	0	0	0,000002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000002	0,000005	0,000007	0	0,000003	0	0,000007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000008	
з	0	0	0,000005	0,000015	0,000013	0	0	0	0	0,000037	0	0	0,000003	0,000094	0,000019	0,000071	0,000035	0	0,000071	0,000049	0,000057	0,002115	0,000002	0,000005	0,000002	0	0	0	0,000002	0	0	0	0	0,000001	
ж	0,000768	0,000126	0	0,000003	0,000605	0,002974	0	0	0,000005	0	0,00127	0	0	0,000072	0,002025	0	0,00096	0,000029	0	0,000012	0,000061	0	0,000261	0	0	0,000003	0,000012	0	0	0	0,000032	0,000002	0	0,000015	
з	0,00411	0,00019	0,001063	0,000131	0,000905	0,000548	0	0	0,000069	0,000034	0,000546	0,000472	0,000003	0,000111	0,000153	0,000224	0,001329	0,000581	0,000012	0,000174	0,000059	0,000003	0,000313	0	0	0,000001	0,000002	0,000003	0	0,000019	0,000121	0,000003	0,000305	0,0014	
и	0,000028	0,000489	0,001983	0,000635	0,0001131	0,002772	0,000002	0,000008	0,000586	0,0002415	0,00138	0	0,002463	0,002863	0,004024	0,002994	0,000479	0,000399	0,000207	0,00105	0,003916	0,003621	0,000093	0,000051	0,002012	0,001201	0,000214	0,000497	0,000168	0	0	0,000617	0,001916	0,015825	
ы	0,000002	0,000121	0,000679	0,000699	0,000056	0,000979	0	0	0,000013	0,000004	0,000005	0	0,001749	0,000307	0,001334	0,000133	0,000258	0,000002	0,000131	0,000221	0,000418	0,000447	0,000005	0	0,000116	0,000001	0,000089	0,000411	0,000002	0	0	0,000001	0,000109		
й	0,007992	0,000013	0,000448	0,000598	0,000394	0,006843	0,000002	0,000002	0,000248	0,000074	0,004352	0,000957	0	0,000361	0,000094	0,000334	0,000124	0,000307	0,001004	0,000015	0,000713	0,001008	0,000457	0,000027	0,000174	0,000136	0,000089	0,000243	0,000027	0	0,00064	0,000029	0,001185	0,003138	
к	0,002019	0,000089	0,001956	0,000022	0,001077	0,002922	0,000005	0	0,000005	0	0,001653	0,000372	0,000002	0,000647	0,000701	0,000667	0,001035	0,003057	0,001158	0,000298	0,001387	0,001199	0,000699	0,000007	0,000099	0,000131	0,000268	0,000091	0	0,000013	0,001928	0,000072	0,002886	0,002426	
л	0,004359	0,000004	0,000024	0,000248	0,000185	0,004581	0,000002	0	0,000273	0,000015	0,005306	0,000479	0	0,000477	0,000259	0,000039	0,000329	0,004024	0,000029	0,000003	0,001154	0,00013	0,001432	0,000013	0,000008	0	0,000056	0,000003	0	0	0,004145	0,000957	0,001811	0,004917	
м	0,002475	0,000057	0,000015	0,000003	0,000005	0,003933	0	0,000002	0,000002	0,000019	0,003279	0,000807	0,000003	0,000083	0,000263	0,000074	0,001562	0,00381	0,000293	0,000047	0,000157	0,000034	0,002	0,000001	0,000013	0,000034	0,000029	0,000012	0,000052	0	0,000758	0,000012	0,000636	0,000298	
н	0,009011	0,000152	0,000128	0,000153	0,000768	0,008231	0,000003	0,000002	0,000052	0,000062	0,000478	0,003897	0,000005	0,001176	0,000013	0,000019	0,003311	0,00999	0,000017	0,000115	0,001085	0,000972	0,00156	0,000029	0,000013	0,000034	0,000029	0,000012	0,000052	0	0,000758	0,000012	0,000636	0,000298	
о	0,000124	0,003535	0,000592	0,000514	0,000025	0,002568	0	0,000561	0,001739	0,001218	0,000942	0	0,004015	0,001567	0,000372	0,0006174	0,003878	0,000288	0,001404	0,000622	0,0006312	0,004578	0,000012	0,000345	0,000558	0,000118	0,001623	0,000863	0,000157	0	0	0,000765	0,000071	0,016964	
п	0,001272	0,000163	0,000008	0,000013	0,000003	0,002821	0	0	0	0	0,001242	0,000179	0	0,000184	0,000642	0	0,000194	0,000222	0,000044	0,005934	0,00004	0,000091	0,000721	0,000007	0	0	0,000019	0,000042	0,000002	0,000002	0,000012	0	0	0,000136	0,000035
р	0,007992	0,00043	0,000448	0,000598	0,000394	0,006843	0,000002	0,000002	0,000248	0,000074	0,004352	0,000957	0	0,000361	0,000094	0,000334	0,000124	0,000307	0,001004	0,000015	0,000713	0,001008	0,000457	0,000027	0,000174	0,000136	0,000089	0,000243	0,000027	0	0,00064	0,000029	0,001185	0,003138	
с	0,002019	0,000089	0,001956	0,000022	0,001077	0,002922	0,000005	0	0,000005	0	0,001653	0,000372	0,000002	0,000647	0,000701	0,000667	0,001035	0,003057	0,001158	0,000298	0,001387	0,001199	0,000699	0,000007	0,000099	0,000131	0,000268	0,000091	0	0,000013	0,001928	0,000072	0,002886	0,002426	
т	0,005658	0,000008	0,0002679	0,000025	0,000162	0,00509	0,000003	0,000003	0,000005	0,000032	0,004088	0,000922	0	0,000443	0,000322	0,000056	0,001538	0,009193	0,000174	0,004003	0,001104	0,000083	0,001196	0,000002	0,000017	0,000072	0,000116	0,000012	0,000017	0,000008	0,003698	0,000084	0,000504	0,0003875	
у	0,000079	0,000706	0,00049	0,000713	0,001532	0,000243	0	0,000005	0,000974	0,000354	0,000027	0	0,000027	0,000881	0,000084	0,000725	0,000546	0,000003	0,000664	0,00125	0,001567	0,001014	0,000003	0,000013	0,000293	0,000012	0,001083	0,000554	0,000324	0	0	0,001191	0,000039	0,0058	
ф	0,000256	0	0	0	0	0,000413	0,000002	0	0	0	0,000613	0,000005	0	0	0,000054	0,000005	0,000003	0,000184	0	0,000145	0,000015	0,000015	0,000057	0,000005	0	0	0	0	0	0	0	0,000027	0	0,000187	
х	0,000827	0	0,000093	0,000008	0,000005	0,000056	0	0,000003	0,000002	0,000002	0,000297	0	0	0,000003	0,00011	0,000039	0,000108	0,001629	0,000002	0,000187	0,000035	0,000047	0,000317	0	0,000003	0,000002	0,000003	0,000005	0	0,000002	0	0	0,000000	0,000000	
ц	0,000682	0,000003	0,000004	0	0	0,001004	0	0	0	0,000038	0,000227	0	0,0000201	0	0	0,000017	0	0,0000202	0	0,000002	0,000003	0,000002	0,000231	0	0	0,000003	0	0	0	0	0	0,000015	0,000008	0,000017	0,0000357
ч	0,002381	0,000002	0,000002	0	0	0,004108	0	0	0,000002	0	0,001867	0	0	0,0000297	0,000045	0,000003	0,000029	0,000054	0,000002	0,000052	0,000002	0,001719	0,004001	0	0,000002	0	0,000002	0,000111	0	0	0,000238	0	0	0,000726	
ш	0,000586	0	0,000025	0,000002	0	0	0,000303	0,000002	0	0	0,001415	0	0	0,000386	0,000418	0,000022	0,000389	0,000207	0,000024	0,000032	0,000002	0,000096	0,000246	0	0	0	0	0	0	0,000015	0,000012	0	0,000131		
щ	0,00031	0	0	0	0,001503	0,000002	0	0	0	0	0,00073	0	0	0	0,000084	0,000022	0	0,000005	0	0	0	0	0,000049	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000027	0	0,000024	
ъ	0	0	0	0	0	0,000047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000002	0,000099	0
ь	0,000008	0,000099	0,000054	0,000071	0,000072	0,000618	0	0,000002	0,000002	0,000131	0,000012	0	0	0,000725	0,000002	0,000433	0,001584	0,000066	0,000037	0	0,000807	0,000118	0,000003	0,000017	0	0,000049	0,000045	0,000029	0,000015	0	0	0,000039	0,000425	0,006282	
ю																																			

'є'	0.00004	'я'	0.021132
'ь'	0.000199	'у'	0.026051
'ф'	0.002366	'п'	0.028975
'э'	0.003103	'д'	0.029394
'щ'	0.003281	'м'	0.033063
'ц'	0.00423	'к'	0.037568
'ю'	0.006976	'л'	0.042049
'ш'	0.008547	'в'	0.047939
'х'	0.008573	'р'	0.050125
'ж'	0.00878	'т'	0.053849
'й'	0.013548	'с'	0.056233
'ь'	0.014808	'н'	0.067135
'ч'	0.015296	'и'	0.073474
'э'	0.015412	'а'	0.077773
'ы'	0.015418	'е'	0.087381
'б'	0.016855	'о'	0.109824
'г'	0.020602		

Ентропія: 4.458284802695269

Надлишковість: 0.12367226222343031

Частота біграм N1:

	а	б	в	г	д	е	ё	э	ж	з	и	ы	й	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ь	ю	я	
а	0,00065	0,00166	0,00057	0,00154	0,00283	0,00134	0	0,00031	0,00107	0,00346	0,00185	0	0,00083	0,00056	0,00738	0,00397	0,00799	0,00119	0,00368	0,00566	0,00591	0,0061	0,00059	0,00061	0,00112	0,00021	0,00147	0,00123	0,00019	0	0	0,00099	0,00266	
б	0,00101	2,6Е-05	9,4Е-05	2,2Е-05	2,4Е-05	0,00289	2Е-06	7,4Е-05	4Е-06	0,0001	0,00092	0,00279	4Е-06	7,8Е-05	0,00127	3,2Е-05	0,00039	0,00246	3,6Е-05	0,00195	0,00032	4Е-06	0,00145	0	7,4Е-05	1,4Е-05	0,00001	1,4Е-05	0,00037	9,4Е-05	2,6Е-05	8Е-06	0,00031	
в	0,00643	0,00027	0,00056	0,00099	0,0006	0,00635	0	0,00029	9,2Е-05	0,00046	0,00445	0,0023	6Е-06	0,00095	0,00123	0,00057	0,00201	0,00082	0,00133	0,00145	0,00413	0,00087	0,00099	4,4Е-05	0,00007	0,00011	0,00134	0,00112	1,6Е-05	8Е-06	0,00016	0,00003	0,00051	
г	0,00135	4,2Е-05	0,00015	0,00018	0,00083	0,00093	8Е-06	0	4,4Е-05	0,00003	0,00085	0	0	0,00012	0,00065	0,00005	0,00025	0,01176	0,00012	0,0017	0,00033	3,2Е-05	0,00102	0,00001	8Е-06	4Е-06	3,8Е-05	6,8Е-05	0	0	1,2Е-05	1,2Е-05		
д	0,00541	8,8Е-05	0,00081	0,00006	7,4Е-05	0,00497	0	0,00003	5,8Е-05	0,00019	0,00228	0,00043	2Е-06	0,0004	0,00095	0,0002	0,00277	0,00466	0,00025	0,00171	0,00087	0,0002	0,00182	3,4Е-05	2,2Е-05	0,0002	7,8Е-05	9,4Е-05	0	4,4Е-05	0,00039	0,00002	0,00029	
е	0,00062	0,00171	0,00601	0,00421	0,0044	0,00164	4Е-06	0,00025	0,00095	0,00208	0,0014	0	0,00277	0,00283	0,00698	0,00564	0,01284	0,0014	0,00364	0,00827	0,00755	0,00584	0,00068	0,00022	0,00069	0,0005	0,00199	0,00069	0,00078	0	0	0,00034	0,00046	
ё	0	2Е-06	2Е-06	2Е-06	2Е-06	0	0	0	0	0	0	0	0	2Е-06	2Е-06	6Е-06	8Е-06	0	0	4Е-06	0	8Е-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2Е-06	
э	2Е-06	0	6Е-06	1,8Е-05	1,6Е-05	0	0	0	0	4,4Е-05	4Е-06	0	4Е-06	0,00011	2,2Е-05	8,4Е-05	4,4Е-05	0	8,4Е-05	5,8Е-05	6,8Е-05	0,00252	2Е-06	8Е-06	2Е-06	0	0	2Е-06	0	0	0	0	0	
ж	0,00092	0,00016	1,4Е-05	8Е-06	0,00073	0,00355	0	6Е-06	8Е-06	6Е-06	0,00153	0	0	0,00009	0,00003	4Е-06	0,00118	4,4Е-05	1,8Е-05	1,8Е-05	9,4Е-05	6Е-06	0,00031	0	2Е-06	4Е-06	1,6Е-05	0	0	0	3,8Е-05	2Е-06	2Е-06	
з	0,00495	0,00028	0,00142	0,0002	0,00117	0,00068	0	4,2Е-05	0,00009	7,4Е-05	0,00069	0,00056	4Е-06	0,00025	0,00021	0,0004	0,00173	0,00077	0,00023	0,00026	0,00023	7,4Е-05	0,00043	1,2Е-05	1,4Е-05	1,8Е-05	0,00005	1,8Е-05	0	2,2Е-05	0,00014	3,8Е-05	0,00037	
и	0,00072	0,00132	0,00418	0,0012	0,00234	0,00367	2Е-06	0,00029	0,00085	0,00339	0,0028	0	0,00294	0,00437	0,00512	0,00445	0,00649	0,00162	0,00245	0,0018	0,00634	0,00512	0,00052	0,00015	0,00265	0,00148	0,00282	0,00074	0,00021	0	0	0,00075	0,00268	
ы	0,00012	0,00029	0,00117	0,00017	0,00021	0,00125	0	5,8Е-05	0,00003	0,00016	0,00039	0	0,00208	0,00055	0,00164	0,0017	0,00068	0,00022	0,00054	0,00036	0,00084	0,00067	0,00008	1,6Е-05	0,00141	0,00003	0,00017	0,00051	2Е-06	0	0	2Е-06	9,8Е-05	
й	0,00034	0,00046	0,00083	0,00038	0,00072	0,00014	0	0,00012	0,00023	0,00003	0,00083	0	4Е-06	0,00078	0,00039	0,00064	0,0013	0,00052	0,00125	0,00048	0,00192	0,00052	0,00022	9,2Е-05	9,8Е-05	0,00011	0,00025	0,00052	6Е-06	0	0	1,4Е-05	0,00012	
к	0,00796	0,00025	0,00076	0,00016	0,00017	0,00095	0	8,6Е-05	0,00014	0,00015	0,00521	0	2Е-06	0,0003	0,00069	0,00025	0,00113	0,01218	0,00042	0,00242	0,00097	0,00095	0,00196	2,2Е-05	4,6Е-05	7,4Е-05	0,00016	3,8Е-05	0,00001	0	6Е-06	2,2Е-05	0,00011	
л	0,00529	0,00022	0,00066	0,00037	0,0004	0,00572	2Е-06	0,00006	0,00037	0,00013	0,00671	0,00057	0	0,00092	0,00039	0,00054	0,00088	0,0051	0,00059	8,2Е-05	0,00195	0,00029	0,00193	5,6Е-05	2,8Е-05	0,00001	0,00024	6,6Е-05	6Е-06	0	0,00494	0,00112	0,00244	
м	0,00328	0,0004	0,00096	0,00028	0,0004	0,00482	0	8,8Е-05	0,00016	0,0003	0,00473	0,00096	6Е-06	0,0006	0,00049	0,00048	0,00254	0,00598	0,0014	0,00031	0,0013	0,00035	0,00263	6,6Е-05	8,2Е-05	5,8Е-05	0,00035	8,2Е-05	3,4Е-05	0	5,2Е-05	1,6Е-05	0,00077	
н	0,0109	0,0004	0,00051	0,00029	0,00104	0,00985	4Е-06	2,2Е-05	8,4Е-05	0,00014	0,01165	0,00464	6Е-06	0,00156	5,2Е-05	0,00019	0,00418	0,0121	0,00049	0,00021	0,00162	0,00126	0,00196	5,8Е-05	3,4Е-05	0,00041	0,00032	0,00003	7,5Е-05	0	0,0009	0,00014	0,002	
о	0,00029	0,00514	0,01215	0,00715	0,00817	0,00339	0	0,00064	0,0024	0,00192	0,00233	0	0,00479	0,00279	0,0067	0,00836	0,00615	0,00166	0,00391	0,00767	0,00959	0,00619	0,00081	0,00054	0,00084	0,00021	0,0025	0,00118	0,00021	0	0	0,00093	0,00125	
п	0,00156	0,00021	4,6Е-05	4,6Е-05	1,4Е-05	0,00337	0	4Е-06	0	2Е-06	0,00257	0,00021	0	0,00026	0,00078	0,00001	0,00024	0,011	8,2Е-05	0,00707	8,2Е-05	0,00012	0,00088	0,00001	0	2,2Е-05	5,4Е-05	0,00003	4Е-06	2Е-06	0	0,00014	0	0,00017
р	0,00969	0,00058	0,00084	0,00089	0,00053	0,0082	2Е-06	4,8Е-05	0,00031	0,00016	0,00548	0,00114	8Е-06	0,00057	0,00018	0,00049	0,00161	0,01007	0,00042	6,4Е-05	0,00119	0,00127	0,00298	6,2Е-05	0,00022	0,00017	0,00017	0,00031	3,4Е-05	0	0,00076	0,00025	0,00144	
с	0,00248	0,00022	0,00247	0,00021	0,00032	0,00352	6Е-06	6,6Е-05	4,2Е-05	5,4Е-05	0,00205	0,00044	2Е-06	0,00813	0,00328	0,00099	0,00157	0,00373	0,00022	0,00043	0,00187	0,01443	0,0009	3,4Е-05	0,00014	0,00019	0,00035	0,00019	7,2Е-05	1,6Е-05	0,00023	8,8Е-05	0,00345	
т	0,00687	0,00019	0,00359	0,00019	0,00034	0,00616	4Е-06	0,00011	7,6Е-05	0,00016	0,00518	0,0011	0	0,00078	0,00048	0,00033	0,00225	0,01122	0,00062	0,00486	0,00187	0,00023	0,00152	5,4Е-05	3,8Е-05	0,00011	0,00026	9,4Е-05	2,6Е-05	0,00001	0,00441	0,0001	0,00065	
у	0,00031	0,0011	0,00124	0,00101	0,00205	0,00041	0	0,00008	0,00123	0,00057	0,00064	0	3,4Е-05	0,00013	0,00104	0,00123	0,00134	0,00044	0,00152	0,00162	0,00254	0,00143	0,00016	5,2Е-05	0,00042	3,2Е-05	0,000155	0,00074	0,0004	0	0	0,00143	0,00015	
ф	0,00031	8Е-06	2,2Е-05	0	2Е-06	0,00049	2Е-06	0	0	1,4Е-05	0,00077	6Е-06	0	0,00001	0,00007	0,00001	6Е-06	0,00023	3,6Е-05	0,00018	0,00002	2,4Е-05	6,8Е-05	1,8Е-05	0,00001	0	0	2Е-06	4Е-06	0	3,2Е-05	1,8Е-05	2Е-06	
х	0,00107	0,00015	0,00041	0,00019	0,00031	9,8Е-05	0	0,00005	4,8Е-05	0,00012	0,00067	0	0	0,00026	0,00022	0,0002	0,00037	0,00215	0,00054	0,00036	0,00044	0,00018	0,00046	1,8Е-05	0,00005	2,6Е-05	8,8Е-05	4,6Е-05	4Е-06	2Е-06	0	4Е-06	5,6Е-05	
ц	0,00084	1,6Е-05	8,8Е-05	1,2Е-05	1,4Е-05	0,0012	0	2Е-06	2Е-06	8Е-06	0,00068	0,00027	0	0,00027	1,2Е-05	3,6Е-05	0,00026	4,2Е-05	3,8Е-05	3,2Е-05	6Е-06	0,00029	0	4Е-06	8Е-06	2Е-06	0	0	1,8Е-05	0,00001	2,8Е-05	0		
ч	0,00285	3,4Е-05	0,00007	3,2Е-05	2,6Е-05	0,00049	0	6Е-06	0,00001	0,00002	0,00225	0	0	0,00042	7,5Е-05	4,2Е-05	0,00101	8,8Е-05	7,4Е-05	9,6Е-05	0,00024	0,00209	0,0005	0,00001	4Е-06	0	0,00001	0,00015	1,2Е-05	0	0	0,00028	0	
ш	0,0007	4Е-06	4,6Е-05	6Е-06	8Е-06	0,00361	2Е-06	0	2Е-06	0	0,0017	0	0	0,00047	0,00005	0,00003	0,00048	0,00025	5,8Е-05	4,2Е-05	1,4Е-05	0,00012	0,0003	4Е-06	0	1,2Е-05	2Е-06	0	0	0,00018	1,4Е-05	0	0	
щ	0,00037	0	2Е-06	2Е-06	0	0,00179	2Е-06	0	0	0	0,00087	0	0	0	0	2Е-06	0,0001	2,6Е-05	0,00001	8Е-06	2Е-06	0	5,8Е-05	2Е-06	0	0	0	0	0	0	3,2Е-05	0	0	
ъ	0	0	0	0	0	5,6Е-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4Е-05	0,00012	
ь	0,00017	0,00034	0,00088	0,00018	0,00038	0,00098	0	0,00014	6,4Е-05	0,00035	0,00068	0	0,00127	0,00016	0,00093	0,00258	0,00046	0,00089	0,00013	0,00161	0,00042	0,00016	0,00004	0,00006	8,2Е-05	0,00039	0,00041	2,8Е-05	0	0	0,00044	0,0006	0	
ю	0,00011	0,00065	0,00033	0,00013	0,00048	5,4Е-05	0	6,2Е-05	0,00013	0,00013	0,00033	0,00033	0	1,4Е-05	0,00028	0,0003	0,00024	0,00052	0,0002	0,00049	0,00026	0,00055	0,00058	7,8Е-05	3,2Е-05	5,6Е-05	5,4Е-05	0,00027	0,00005	0,00046	0	0	0,00004	9,8Е-05
я	0,00023	0,00066	0,00192	0,00046	0,00082	0,00041	0	0,00017	0,00029	0,0009	0,001	0	3,8Е-05	0,00128	0,00078	0,00029	0,00246	0,00076	0,00156	0,00057	0,00174	0,00197	0,00033	0,00009	0,00039	8,8Е-05	0,00037	0,00011	0,00035	0	0	0,00013	0,00006	

Частота біграм H2:

	а	б	в	г	д	е	ё	з	и	к	л	м	н	о	п	р	с	т	у	ф	х	ц	ч	ш	щ	ъ	ь	ы	ю	я					
а	0.00667	0.00161	0.00569	0.0157	0.00277	0.00132	0	0.00028	0.00107	0.00343	0.00183	0	0.00082	0.00554	0.00727	0.00414	0.0079	0.00126	0.00364	0.00567	0.00608	0.00611	0.00049	0.00054	0.00115	0.00019	0.00152	0.00123	0.00018	0	0	0.00097	0.00252		
б	0.00098	3.6E-05	8.8E-05	2.4E-05	0.00002	0.00842	0	7.2E-05	4E-06	5.6E-05	0.00084	0.00274	4E-06	8.8E-05	0.00124	3.6E-05	0.00042	0.00228	3.6E-05	0.00207	0.00029	4E-06	0.00138	0	7.2E-05	1.6E-05	1.2E-05	1.6E-05	0.00035	8.8E-05	2.8E-05	4E-06	0.00049		
в	0.00637	0.00027	0.00005	0.00099	0.00059	0.00684	0	0.0003	9.6E-05	0.00045	0.00043	0.00274	4E-06	0.00096	0.00116	0.00058	0.00201	0.00128	0.00145	0.00432	0.00089	0.00037	5.2E-05	0.00008	0.0001	0.00128	0.0112	2.8E-05	8E-06	0.00016	4.8E-05	0.00029			
г	0.0013	5.2E-05	0.00015	0.00019	0.00076	0.00104	4E-06	0	0.0014	0.00059	4.8E-05	0.00025	0.01185	0.00013	0.00169	0.00036	0.00004	0.001	0	0	0	0	0	0	1.2E-05	0	3.2E-05	7.2E-05	0	0	0	0.12E-05			
д	0.00556	0.00011	0.00083	0.00066	7.2E-05	0.00505	0	1.6E-05	4.8E-05	0.00107	0.00239	0.00043	0	0.00399	0.00088	0.0021	0.0073	0.0046	0.00029	0.00186	0.00088	0.00023	0.00181	2.8E-05	1.2E-05	0.00022	0.0001	0.00013	0	3.6E-05	0.0004	0.00032			
е	0.00684	0.00178	0.00608	0.00149	0.00449	0.0016	4E-06	0.00031	0.00104	0.00212	0.00136	0	0.00287	0.0028	0.00707	0.00063	0.01271	0.00138	0.00367	0.00041	0.00739	0.00586	0.00068	0.00002	0.00076	0.00047	0.00201	0.00073	0.00073	0	0	0.00036	0.00045		
ё	0	0	0	0	4E-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4E-06	0	8E-06	0	0	4E-06	0	1.2E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
з	0	8E-06	1.2E-05	2.4E-05	0	0	0	0	0	3.6E-05	4E-06	0	4E-06	9.6E-05	3.2E-05	0.00008	2.8E-05	0	0.00006	0.00004	7.5E-05	0.00021	0	1.2E-05	4E-06	0	0	0	0	4E-06	0	0	0		
и	0.00095	0.00015	1.2E-05	8E-06	0.00069	0.00354	0	8E-06	0	0	0.0149	0	0	9.2E-05	3.6E-05	0	0.0012	0.00004	1.2E-05	1.6E-05	8.4E-05	0	0.00031	0	0	4E-06	0.00002	0	0	0	3.6E-05	4E-06	0		
к	0.00485	0.00029	0.00138	0.00023	0.0112	0.0007	0	4.8E-05	0.0001	8.8E-05	0.00065	0.00054	8E-06	0.00254	0.00022	0.00038	0.00165	0.00078	0.00019	0.00003	0.00025	0.0001	0.00042	8E-06	0.00002	0.0002	2.4E-05	1.6E-05	0	2.8E-05	0.00013	4.8E-05	0.00035		
л	0.0007	0.0013	0.00429	0.0108	0.0023	0.00384	0	0.00024	0.00081	0.00336	0.00277	0	0.00297	0.004	0.00514	0.0044	0.00624	0.00162	0.00244	0.00174	0.00633	0.00512	0.00053	0.00018	0.00265	0.00146	0.00283	0.00075	0.00023	0	0	0.00076	0.00258		
м	0.00014	0.00025	0.0017	0.00019	0.0017	0.00124	0	5.6E-05	0.00004	0.00017	0.00041	0.00014	0.000214	0.00055	0.00167	0.00017	0.00021	0.00054	0.00039	0.00081	0.00071	0.00006	1.6E-05	0.00138	2.8E-05	0.00106	0.00046	0	0	0	4E-06	0.00012			
н	0.00033	0.00046	0.00077	0.00043	0.00071	0.0014	0.00014	0.00014	0.00023	0.00029	0.00081	0	4E-06	0.00076	0.00039	0.00064	0.00127	0.00058	0.0012	0.00049	0.00185	0.00054	0.00201	9.2E-05	8.8E-05	0.00011	0.00023	0.00046	8E-06	0	0	1.6E-05	0.00014		
о	0.008	0.00027	0.00074	0.00021	0.00016	0.00092	0	8.8E-05	0.00014	0.0018	0.00524	0	0	0.00031	0.00062	0.00029	0.0109	0.01225	0.00043	0.00258	0.00096	0.00095	0.00024	0.00002	0.00002	7.6E-05	0.0016	4.8E-05	1E-05	0	8E-06	1.2E-05	8.8E-05		
п	0.00531	0.00021	0.00067	0.00035	0.00037	0.00578	4E-06	6.4E-05	0.00038	0.00112	0.0067	0.00063	0	0.00092	0.0004	0.00058	0.00096	0.00513	0.00061	6.4E-05	0.00204	0.00032	5.12E-05	2.4E-05	1.2E-05	0.00026	6.8E-05	8E-06	0	0.00484	0.0011	0.00251			
р	0.00344	0.0004	0.00087	0.0003	0.00037	0.0048	0	0.0001	0.00017	0.00034	0.00474	0.00096	4E-06	0.00056	0.00047	0.00043	0.00253	0.00015	0.00035	0.00031	0.00141	0.00036	0.00265	5.6E-05	8.8E-05	5.2E-05	0.00038	6.8E-05	1.6E-05	0	7.2E-05	4E-06	0.00017		
с	0.01093	0.00046	0.00059	0.00031	0.00102	0.00974	4E-06	2.4E-05	0.0001	0.00012	0.01171	0.00468	0	0.00163	6.8E-05	0.0002	0.00432	0.00121	0.00057	0.00021	0.00169	0.00128	0.00028	0.00008	0.00002	0.0004	0.00031	3.6E-05	7.6E-05	0	0.00091	0.00014	0.00204		
т	0.00034	0.00529	0.01191	0.00704	0.00795	0.00331	0	0.00067	0.00246	0.00199	0.00225	0	0.00478	0.00269	0.0068	0.00083	0.00612	0.00166	0.00401	0.00075	0.0098	0.00628	0.00084	0.00057	0.00084	0.00023	0.00248	0.00119	0.00028	0	0	0.00098	0.00118		
у	0.00159	0.00024	6.4E-05	0.00004	1.2E-05	0.0003	0	4E-06	0	0	0.00071	0.00017	0	0.00031	0.0007	8E-06	0.00026	0.0108	8.4E-05	0.00049	5.6E-05	0.00012	0.00089	1.6E-05	0	2.8E-05	5.6E-05	0.00004	4E-06	8.8E-05	0	0.00014			
ф	0.00001	0.00001	0.00001	0.00003	0.00003	0.00003	0	4E-06	0.00025	0.00004	0.00004	0.00003	0	4E-06	0.00061	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001		
х	0.00251	0.0002	0.00042	0.00002	0.00031	0.00358	1.2E-05	6.4E-05	0.00004	6.4E-05	0.002	0.00041	4E-06	0.00086	0.0003	0.00092	0.00156	0.00069	0.00216	0.00044	0.00187	0.01466	0.00028	2.4E-05	0.00015	0.00016	0.00033	0.00037	3.6E-05	8E-06	0.00233	0.00008	0.00034		
ц	0.00675	0.00019	0.00353	0.0002	0.00028	0.0059	4E-06	8.8E-05	7.2E-05	0.00104	0.00535	0.00101	0	0.00079	0.00049	0.00033	0.00213	0.01134	0.00066	0.00068	0.0182	0.00023	0.00144	5.6E-05	4.8E-05	9.2E-05	0.00025	9.2E-05	8E-06	0.00443	7.6E-05	0.00065			
ч	0.00032	0.0011	0.0013	0.00113	0.00025	0.00039	0	8.4E-05	0.00021	0.00053	0.00068	0	4.8E-05	0.00128	0.00105	0.00118	0.00141	0.00046	0.00145	0.00169	0.00244	0.00147	0.00014	4.8E-05	0.00043	3.6E-05	0.00151	0.00077	0.00029	0	0	0.00135	0.00017		
ш	0.00031	8E-06	2.8E-05	0	4E-06	0.00043	0	0	2.4E-05	0.00082	1.2E-05	0	0	4E-06	6.8E-05	1.6E-05	1.2E-05	0.00024	4.4E-05	0.00019	2.8E-05	3.2E-05	5.2E-05	0.00002	8E-06	0	0	0	0	4E-06	0	2.8E-05	0.00002	0	
щ	0.0011	0.00016	0.00041	0.0002	0.00032	0.0011	0	6.4E-05	0.00004	0.00112	0.00063	0	0	0.00021	0.00018	0.00019	0.00035	0.0014	0.00053	0.00034	0.00043	0.00016	0.00047	2.4E-05	0.00006	2.4E-05	7.6E-05	4.8E-05	4E-06	4E-06	0	0	0.00006		
ъ	0.00085	1.6E-05	7.6E-05	0.00002	1.6E-05	0.00118	0	0	0	1.2E-05	0.00069	0.0003	0	0.00027	8E-06	5.6E-05	5.6E-05	0.00025	0.00004	0.00004	2.8E-05	0	0.00028	0	4E-06	4E-06	1.2E-05	4E-06	0	0	0.00002	1.6E-05	0		
ы	0.00282	0.00004	7.2E-05	3.6E-05	2.8E-05	0.00493	0	8E-06	1.2E-05	0.00002	0.00227	0	0	0.00043	7.6E-05	3.6E-05	0.00095	0.0011	8.8E-05	0.0001	0.00024	0.00209	0.00057	1.2E-05	4E-06	1.2E-05	0.00016	8E-06	0	0.00024	0	8E-06			
ь	0.00069	8E-06	5.6E-05	4E-06	1.6E-05	0.00174	4E-06	0	0	0	0.00166	0	0	0.00048	0.00048	1.2E-05	0.00044	0.00023	4.4E-05	3.6E-05	1.6E-05	0.00012	0.00029	0	0	8E-06	0	0	0	0.00023	1.6E-05	0			
щ	0.00042	0	4E-06	4E-06	0	0.00079	0	0	0	0	0.00189	0	0	0	0.00041	3.6E-05	0.0001	3.6E-05	8E-06	1.2E-05	0	0	8.8E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4E-05	0		
ъ	0	0	0	0	0	7.2E-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00018	0.00017	0	0.00001	0.00063	0.00005	0.00095	0.00011	0.00168	0.00041	0.00016	3.2E-05	4.8E-05	7.1E-05	0.00003	0.00003	2.4E-05	0	0	0.00043	0.00061
ы	0.00008	0.00007	0.00005	0.00001	0.00003	0.00008	0	8.4E-05	0.00016	0.00011	0.00031	0	1.2E-05	0.00001	0.00003	0.00003	0.00009	0.00001	0.00002	0.00005	0.00008	9.2E-05	2.4E-05	4.8E-05	0.00006	0.00027	3.2E-05	0.00003	0	0	0.00003	0.00003	0	0	
ю	0.00024	0.00071	0.00198	0.00043	0.00084	0.00041	0	0.00017	0.00003	0.00102	0.0106	0	4.8E-05	0.00136	0.0007	0.00095	0.00246	0.00073	0.00161	0.00055	0.00179	0.00206	0.00035	0.00011	0.00038	0.00012	0.00037	8.8E-05	0.00038	0	0	0.00012	0.00025		

Ентропія: 4.1540726784296265

Надлишковість: 0.18346869391409937

Poboma 3 CoolPinkProgram

Вероятности:

$q[1]$	=	0.5
$q[2]$	=	0.02
$q[3]$	=	0.08
$q[4]$	=	0.02
$q[5]$	=	0.02
$q[6]$	=	0.04
$q[7]$	=	0.04
$q[8]$	=	0
$q[9]$	=	0
$q[10]$	=	0.04
$q[11]$	=	0.02
$q[12]$	=	0
$q[13]$	=	0.02
$q[14]$	=	0.04
$q[15]$	=	0
$q[16]$	=	0
$q[17]$	=	0.04
$q[18]$	=	0.02
$q[19]$	=	0
$q[20]$	=	0
$q[21]$	=	0
$q[22]$	=	0
$q[23]$	=	0.02
$q[24]$	=	0
$q[25]$	=	0.02
$q[26]$	=	0
$q[27]$	=	0
$q[28]$	=	0.02
$q[29]$	=	0
$q[30]$	=	0
$q[31]$	=	0.02
$q[32]$	=	0.02

Произвольная часть текста:

m_человек_отменяется_но_в_данный_момент_я_хотел_бы_лишь_попросить_читателя_

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: _ (пробел)

Символ по счету: 1

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:
 $2.26415101932839 < H \leq 2.96192809488736$

Двоичная таблица угаданных символов:

```

0000000000000000001000000000000000
0000000000000000000000000000000001
0000000000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000000000
0000000000010000000000000000000000
0000000000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000000000
0000000000000000000000000000000000
~~~~~
    
```

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

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

$$2.26415 < H^{10} < 2.96192$$

Произвольная часть текста:		Вероятности: q[1] = 0,44 q[2] = 0,1 q[3] = 0,02 q[4] = 0 q[5] = 0 q[6] = 0 q[7] = 0,02 q[8] = 0,04 q[9] = 0,02 q[10] = 0,02 q[11] = 0,02 q[12] = 0,06 q[13] = 0,02 q[14] = 0,02 q[15] = 0 q[16] = 0 q[17] = 0 q[18] = 0,06 q[19] = 0,02 q[20] = 0 q[21] = 0,02 q[22] = 0,04 q[23] = 0,02 q[24] = 0 q[25] = 0 q[26] = 0 q[27] = 0 q[28] = 0 q[29] = 0 q[30] = 0,04 q[31] = 0,02 q[32] = 0.
e_от_своего_давай_d		
Использованные буквы:		
Порядок n-граммы:	Введенный символ:	Неравенство для энтропии:
5 символов		2,59383235718382 < H < 3,13931796799904
10 символов	Символ по счету:	
15 символов	Номер эксперимента: 51	Двоичная таблица угаданных символов:
20 символов		0100000000000000000000000000000000 ^
25 символов	Поле ввода символов:	1000000000000000000000000000000000
30 символов		1000000000000000000000000000000000
35 символов		0000000000000000000000000000000000
40 символов	Продолжить	Другой
45 символов		
50 символов		
Строка состояния:		

$$2.59383 < H^{20} < 3.13931$$

[illegible]

$$2.78944 < H^{30} < 3.34435$$

Висновки:

У ході виконання роботи, я навчилася вимірювати частоти повторювання символів та біграм у тексті, визначати ентропію і надлишковість мови. Також помітила, що у тексті без пробілів ентропія більша, ніж у тексті з пробілами. Тому перед шифруванням усі пробіли варто видаляти.