

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:

	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	0,00001	0,000003	0,000001	0,000003	0,000307	0,000079	0,000022	0,000058	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	0,0000158	0,0009	0,000121	0,001225	0,006394	0,000275	0,00012	0,002667	0,000394	0,000642	0,000003	0,00001	0,000049	0,000873	0,000893	0,000012	0,000007	0,000135	0,000082	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	0,000052	0,000002	0,000805	0,000002	0,00012	0,000187	0,000007	0,000832	0	0	0,000002	0,000012	0,000008	0	0	0	0,00001	0	0,000055		
д	0,004745	0,000017	0,000543	0,000001	0,000029	0,004106	0	0	0,000025	0,00011	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	0,00001	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	0,00232	0,001747	0,0005831	0,000402	0,000513	0,000265	0,001259	0,000581	0,004622	0,000404	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	0,000068		
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	0,000002	0	0	0	0	0,00001		
ж	0,000768	0,000126	0	0,000003	0,000605	0,002974	0	0	0,000005	0	0,00127	0	0	0,000072	0,000025	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	0,000012	0,000174	0,000059	0,000003	0,000313	0	0	0,00001	0,00002	0,000003	0	0,000019	0,000121	0,00003	0,000305	0,0014		
и	0,00028	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	0,0002994	0,0004079	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	0,00004	0,000005	0	0,001749	0,000307	0,001334	0,0001323	0,000259	0,000002	0,000131	0,000221	0,000418	0,000447	0,000005	0	0,000116	0,00001	0,000089	0,000411	0,000002	0	0	0,00001	0,000109		
й	0,000005	0,000017	0,000019	0,00001	0,000163	0,000019	0	0	0,000002	0,000012	0,00003	0	0	0,000086	0,000126	0,000072	0,000492	0,000057	0,000002	0,000007	0,000615	0,000175	0,000003	0,000002	0,000008	0,000035	0,000019	0,000012	0,000002	0	0	0	0,000068		
к	0,006	0,000002	0,00035	0,000002	0,000008	0,000733	0	0	0,000076	0,000032	0,004069	0	0,000002	0,000032	0,000494	0,000025	0,000566	0,010024	0,000013	0,001931	0,000443	0,000686	0,001575	0,000002	0,00001	0,000049	0,000012	0,000005	0,000002	0	0,000005	0,000003	0,003791		
л	0,004359	0,00004	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	0,00003	0	0	0,004145	0,000957	0,01811	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	0,00001	0,000013	0,000034	0,000037	0	0,000003	0,000044	0,000089	0,000209			
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	0,000229	0,000012	0,000052	0	0,000758	0,00012	0,001636	0,00298	
о	0,000124	0,003535	0,008592	0,005614	0,006025	0,002568	0	0,000561	0,001739	0,001218	0,000942	0	0,004015	0,001567	0,003372	0,006174	0,003878	0,000288	0,001404	0,006022	0,006312	0,004578	0,00012	0,000345	0,000058	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	0,002142	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	0,000019	0,000042	0,000002	0,000002	0,000002	0,000012	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	0,001206	0,008307	0,000104	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	0,00318	
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	0,006647	0,000701	0,000667	0,001035	0,003057	0,001158	0,000298	0,001387	0,001199	0,000699	0,000007	0,000009	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	0,003875	
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	0,00081	0,000804	0,000725	0,000546	0,00003	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	0,0011	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	0,000017	0,0000414	
ц	0,000682	0,000003	0,000004	0	0	0,001004	0	0	0	0,0000538	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	0,000249	0,000054	0,000002	0,000052	0,000002	0,001719	0,004001	0	0,000002	0	0,000002	0,000111	0	0	0,0000238	0	0	0,000726	
ш	0,000586	0	0,000025	0,000002	0	0	0,003031	0,000002	0	0	0,001415	0	0	0,000386	0,000018	0,000022	0,000389	0,000207	0,000024	0,000032	0,000002	0,000096	0,000246	0	0	0	0	0	0	0,00015	0,000012	0	0,000131		
щ	0,00031	0	0	0	0	0,001503	0,000002	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	0,00002	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	0,000002	0,000433	0,000008	0,00002	0,000226	0,000013	0	0	0,000049	0,000019	0,000007	0	0,000012	0,000017	0,000018	0																			

'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:

	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	0,00051	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	0,00001	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	4,8Е-05	0,00026	4,2Е-05	3,8Е-05	3,2Е-05	6Е-06	0,00029	0	4Е-06	4Е-06	8Е-06	2Е-06	0	0	1,8Е-05	0,00001	2Е-05	
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	6Е-06
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	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	0,00099	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 перехресних біграм:

	а	б	в	г	д	е	ё	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	0,00067	0,00161	0,00569	0,00157	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	3,6Е-05	8,8Е-05	2,4Е-05	0,00002	0,00284	0	0,72Е-05	4Е-06	5,6Е-05	0,00084	0,00274	4Е-06	8,8Е-05	0,00124	3,6Е-05	0,00042	0,00228	3,6Е-05	0,00207	0,00029	4Е-06	0,00138	0	7,2Е-05	1,6Е-05	1,2Е-05	1,6Е-05	0,00035	8,8Е-05	2,8Е-05	4Е-06	0,00029	
в	0,00637	0,00027	0,0005	0,00099	0,00059	0,00642	0	0,0003	9,6Е-05	0,00045	0,00463	0,00233	4Е-06	0,00096	0,00116	0,00058	0,00201	0,00825	0,00128	0,00145	0,00432	0,00089	0,00097	5,2Е-05	0,00008	0,0001	0,00128	0,00112	2,8Е-05	8Е-06	0,00016	4,8Е-05	0,00049	
г	0,0013	5,2Е-05	0,00015	0,00019	0,00076	0,00104	4Е-06	0	5,2Е-05	0,00002	0,00088	0	0	0,00014	0,00059	4,8Е-05	0,00025	0,01185	0,00013	0,00169	0,00036	0,00004	0,001	0	1,2Е-05	0	3,2Е-05	7,2Е-05	0	0	1,2Е-05	8Е-06		
д	0,00556	0,00011	0,00083	0,00006	7,2Е-05	0,00505	0	1,6Е-05	4,8Е-05	0,00017	0,00339	0,00043	0	0,00039	0,00088	0,00021	0,00273	0,0046	0,00019	0,00186	0,00088	0,00023	0,00181	2,8Е-05	2,4Е-05	0,00022	0,0001	0,00013	0	3,6Е-05	0,0004	0,00002	0,00032	
е	0,00064	0,00178	0,00608	0,00419	0,00449	0,0016	4Е-06	0,00031	0,00104	0,00212	0,00136	0	0,00287	0,00028	0,00707	0,00563	0,01271	0,00138	0,00367	0,00841	0,00739	0,00586	0,00068	0,00076	0,00047	0,00201	0,00073	0,00073	0	0	0,00036	0,00045		
ё	0	0	0	0	4Е-06	0	0	0	0	0	0	0	0	4Е-06	0	8Е-06	8Е-06	0	4Е-06	0	1,2Е-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
з	0	0	8Е-06	1,2Е-05	2,4Е-05	0	0	0	0	3,6Е-05	4Е-06	0	4Е-06	9,6Е-05	3,2Е-05	0,00008	2,8Е-05	0	0,00006	0,00004	7,6Е-05	0,00251	0	1,2Е-05	4Е-06	0	0	0	4Е-06	0	0	0	0	
ж	0,00095	0,00015	1,2Е-05	8Е-06	0,00069	0,00354	0	8Е-06	0	0	0,00149	0	0	9,2Е-05	3,6Е-05	0	0,0012	0,00004	1,2Е-05	1,6Е-05	8,4Е-05	0	0,00031	0	0	4Е-06	0,00002	0	0	0	3,6Е-05	4Е-06	0	
з	0,00485	0,00029	0,00138	0,00023	0,00122	0,0007	0	4,8Е-05	0,0001	8,8Е-05	0,00065	0,00054	8Е-06	0,00024	0,00022	0,00038	0,00165	0,00078	0,00019	0,0003	0,00025	0,0001	0,00042	8Е-06	0,00002	0,00002	2,4Е-05	1,6Е-05	0	2,8Е-05	0,00013	4,8Е-05	0,00035	
и	0,0007	0,0013	0,00429	0,00108	0,00233	0,00364	0	0,00024	0,00081	0,00336	0,00277	0	0,00297	0,0044	0,00514	0,00444	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	
ы	0,00014	0,00025	0,00117	0,00019	0,00017	0,00124	0	5,6Е-05	0,00004	0,00017	0,00041	0	0,00214	0,00055	0,00167	0,0017	0,00071	0,00021	0,00054	0,00039	0,00081	0,00071	0,00006	1,6Е-05	0,00138	2,8Е-05	0,00016	0,00046	0	0	4Е-06	0,00012		
й	0,00033	0,00046	0,00077	0,00043	0,00071	0,00014	0	0,00014	0,00023	0,00029	0,00081	0	4Е-06	0,00076	0,00039	0,00064	0,00127	0,00058	0,0012	0,00049	0,00185	0,00054	0,00021	9,2Е-05	8,8Е-05	0,00011	0,00023	0,00046	8Е-06	0	1,6Е-05	0,00014		
к	0,008	0,00027	0,00074	0,00021	0,00016	0,00092	0	8,8Е-05	0,00014	0,00018	0,00524	0	0	0,00031	0,00062	0,00029	0,00109	0,01225	0,00043	0,00258	0,00096	0,00095	0,00204	0,00002	0,00006	7,6Е-05	0,00016	4,8Е-05	1,6Е-05	0	8Е-06	1,2Е-05	8,8Е-05	
л	0,00531	0,00021	0,00067	0,00035	0,00037	0,00578	4Е-06	6,4Е-05	0,00038	0,00012	0,0067	0,00063	0	0,00092	0,0004	0,00058	0,00096	0,00513	0,00061	6,4Е-05	0,00204	0,0003	0,00192	5,2Е-05	2,4Е-05	1,2Е-05	0,00026	6,8Е-05	8Е-06	0	0,00484	0,0011	0,00251	
м	0,00344	0,0004	0,00087	0,0003	0,00037	0,0048	0	0,0001	0,00017	0,00034	0,00474	0,00096	4Е-06	0,00056	0,00047	0,00043	0,00253	0,005	0,00135	0,00031	0,00141	0,00036	0,00265	5,6Е-05	8,8Е-05	5,2Е-05	0,00038	6,8Е-05	1,6Е-05	0	7,2Е-05	4Е-06	0,00074	
н	0,01093	0,00046	0,00059	0,00031	0,00102	0,00974	4Е-06	2,4Е-05	0,0001	0,00012	0,01171	0,00468	0	0,00163	6,8Е-05	0,0002	0,00432	0,01201	0,00057	0,00021	0,00169	0,00128	0,00208	0,00008	0,00002	0,0004	0,00031	3,6Е-05	7,6Е-05	0	0,00091	0,00014	0,00204	
о	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	0,0083	0,00612	0,00166	0,00401	0,00075	0,0098	0,00628	0,00084	0,00057	0,00084	0,00023	0,00248	0,00119	0,0002	0	0	0,00098	0,00118	
п	0,00159	0,00024	6,4Е-05	0,00004	1,2Е-05	0,0033	0	4Е-06	0	4Е-06	0,00271	0,00017	0	0,00031	0,0007	8Е-06	0,00026	0,01108	8,4Е-05	0,0069	5,6Е-05	0,00012	0,00089	1,6Е-05	0	2,8Е-05	5,6Е-05	0,00004	4Е-06	4Е-06	8,8Е-05	0	0,00014	
р	0,00977	0,00063	0,00084	0,00079	0,00053	0,00803	4Е-06	4,8Е-05	0,00025	0,00014	0,00554	0,00113	4Е-06	0,00061	0,00015	0,00046	0,00155	0,01018	0,00044	6,8Е-05	0,00113	0,0013	0,00295	7,2Е-05	0,00025	0,0002	0,00018	0,00033	0,00004	0	0,0008	0,00025	0,00141	
с	0,00251	0,0002	0,00242	0,0002	0,00031	0,00358	1,2Е-05	6,4Е-05	0,00004	6,4Е-05	0,00041	4Е-06	0,00078	0,0033	0,00092	0,00156	0,00369	0,00216	0,00044	0,00187	0,01466	0,00086	2,4Е-05	0,00015	0,00016	0,00033	0,00017	3,6Е-05	8Е-06	0,00233	0,00008	0,00334		
т	0,00675	0,00019	0,00353	0,0002	0,00028	0,0059	4Е-06	8,8Е-05	7,2Е-05	0,00014	0,00535	0,00101	0	0,00079	0,00049	0,00033	0,00213	0,01134	0,00066	0,00468	0,00182	0,00023	0,00144	5,6Е-05	4,8Е-05	9,2Е-05	0,00025	9,2Е-05	3,2Е-05	8Е-06	0,00443	7,6Е-05	0,00065	
у	0,00032	0,0011	0,0013	0,00113	0,00205	0,00039	0	8,4Е-05	0,00121	0,00053	0,00068	0	4,8Е-05	0,00128	0,00105	0,00118	0,00141	0,00046	0,00145	0,00169	0,00244	0,00147	0,00014	4,8Е-05	0,00043	3,6Е-05	0,00015	0,00077	0,00039	0	0	0,00135	0,00017	
ф	0,00031	8Е-06	2,8Е-05	0	4Е-06	0,00043	0	0	0	2,4Е-05	0,00082	1,2Е-05	0	4Е-06	6,8Е-05	1,6Е-05	1,2Е-05	0,00024	4,4Е-05	0,00019	2,8Е-05	5,2Е-05	0,00002	8Е-06	0	0	0	0	4Е-06	0	2,8Е-05	0,00002	0	
х	0,0011	0,00016	0,00041	0,0002	0,00032	0,00011	0	6,4Е-05	0,00004	0,00012	0,00063	0	0	0,00021	0,00018	0,00019	0,00035	0,00214	0,00053	0,00034	0,00043	0,00016	0,00047	2,4Е-05	0,00006	2,4Е-05	7,6Е-05	4,8Е-05	4Е-06	4Е-06	0	0,00006	0	
ц	0,00085	1,6Е-05	7,6Е-05	0,00002	1,6Е-05	0,00118	0	0	0	1,2Е-05	0,00069	0,0003	0	0,00027	8Е-06	5,6Е-05	5,6Е-05	0,00025	0,00004	0,00004	2,8Е-05	0	0,00028	0	4Е-06	4Е-06	1,2Е-05	4Е-06	0	0	0,00002	0,00002	1,6Е-05	0
ч	0,00282	0,00004	7,2Е-05	3,6Е-05	2,8Е-05	0,00493	0	8Е-06	1,2Е-05	0,00002	0,00227	0	0	0,00043	7,6Е-05	3,6Е-05	0,00095	0,00011	8,8Е-05	0,0001	0,00024	0,00209	0,00057	1,2Е-05	4Е-06	0	1,2Е-05	0,00016	8Е-06	0	0,00024	0	8Е-06	
ш	0,00069	8Е-06	5,6Е-05	4Е-06	1,6Е-05	0,00374	4Е-06	0	0	0	0,00166	0	0	0,00048	0,00048	1,2Е-05	0,00044	0,00023	4,4Е-05	3,6Е-05	1,6Е-05	0,00012	0,00029	0	0	8Е-06	0	0	0	0,00023	1,6Е-05	0	0	
щ	0,00042	0	4Е-06	4Е-06	0	0,00179	0	0	0	0	0,00089	0	0	0	0	0	0,0001	3,6Е-05	8Е-06	1,2Е-05	0	0	8,8Е-05	0	0	0	0	0	0	0	2,4Е-05	0	0	
ъ	0	0	0	0	0	7,2Е-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	2,8Е-05	0,00011	
ь	0,00018	0,00036	0,00085	0,00018	0,00035	0,00098	0	0,00015	5,2Е-05	0,00041	0,0007	0	0	0,00118	0,00017	0,00094	0,00263	0,00044	0,00095	0,00011	0,00168	0,00041	0,00016	3,2Е-05	4,8Е-05	7,2Е-05	0,00039	0,00037	2,4Е-05	0	0	0,00043	0,00061	
ю	0,00008	0,00073	0,00033	0,00013	0,00043	0,00006	0	8,4Е-05	0,00016	0,00011	0,00031	0	1,2Е-05	0,00024	0,0003	0,0003	0,00053	0,00019	0,00049	0,00026	0,00058	0,00063	9,2Е-05	2,4Е-05	4,8Е-05	0,00006	0,00027	5,2Е-05	0,00043	0	0	0,00004	9,6Е-05	
я	0,																																	

Энтропия: 4.1540726784296265

Надлишковість: 0.18346869391409937

Робота з CoolPinkProgram

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
м_человек_отменяется_но_в_данный_момент_я_хотел_бы_лишь_попросить_читателя_

Использованные буквы:
а б в г д е ж з и й к л м н о п р с т у ф х ц ч ш щ ъ ь ю я

Произвольная часть текста:
е_от_своего_давай_д

Использованные буквы:

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

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $2.59383235718382 < H < 3.13931796799904$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

$q[1] = 0.44$
$q[2] = 0.1$
$q[3] = 0.02$
$q[4] = 0$
$q[5] = 0$
$q[6] = 0$
$q[7] = 0.02$
$q[8] = 0.04$
$q[9] = 0.02$
$q[10] = 0.02$
$q[11] = 0.02$
$q[12] = 0.06$
$q[13] = 0.02$
$q[14] = 0.02$
$q[15] = 0$
$q[16] = 0$
$q[17] = 0$
$q[18] = 0.06$
$q[19] = 0.02$
$q[20] = 0$
$q[21] = 0.02$
$q[22] = 0.04$
$q[23] = 0.02$
$q[24] = 0$
$q[25] = 0$
$q[26] = 0$
$q[27] = 0$
$q[28] = 0$
$q[29] = 0$
$q[30] = 0.04$
$q[31] = 0.02$
$q[32] = 0$

Строка состояния:

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

$$0.481234 < R < 0.372138$$

Произвольная часть текста:
кой_нибудь_страны_могут_утвер

Использованные буквы:

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

Введенный символ:

Символ по счету:

Номер эксперимента: 51

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Неравенство для энтропии:
 $2.78944501948407 < H < 3.34435048453635$

Двоичная таблица угаданных символов:

Вероятности:

$q[1] = 0.38$
$q[2] = 0.12$
$q[3] = 0.04$
$q[4] = 0$
$q[5] = 0.02$
$q[6] = 0.02$
$q[7] = 0.04$
$q[8] = 0$
$q[9] = 0.02$
$q[10] = 0.04$
$q[11] = 0$
$q[12] = 0.04$
$q[13] = 0.02$
$q[14] = 0$
$q[15] = 0$
$q[16] = 0$
$q[17] = 0$
$q[18] = 0.04$
$q[19] = 0.06$
$q[20] = 0$
$q[21] = 0$
$q[22] = 0$
$q[23] = 0.02$
$q[24] = 0.02$
$q[25] = 0.04$
$q[26] = 0$
$q[27] = 0.02$
$q[28] = 0$
$q[29] = 0.02$
$q[30] = 0.04$
$q[31] = 0$
$q[32] = 0$

Строка состояния:

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

$$0.442112 < R < 0.33113$$

Висновки:

У ході виконання роботи, я навчилась 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.