

**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

Виконали студенти групи ФБ-23:
Кушнар'ов Даниїл та Присєвок Оксана

Київ - 2024

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.

Хід роботи:

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.

Частота букв		
	з пробілом	без пробіла
	0.24167689107009496	
о	0.08219220100288062	0.108386781353485
а	0.06587405313133468	0.08686805446861794
е	0.06327749919982929	0.08344398114033777
и	0.05397684839432412	0.07117922130909692
н	0.047931558732529606	0.06320730328285448
т	0.04560172836871866	0.06013495808280032
с	0.04270911127707244	0.05632046653218928
л	0.039800490771364556	0.052484871293884676
р	0.036421103168675986	0.048028475909261174
в	0.031976154913048116	0.04216692665237478
к	0.02902885949002454	0.03828033083547741
м	0.02333297770190974	0.03076917665721104
д	0.021629947722180732	0.02852339255848799
п	0.020132294889576442	0.026548439118498964
у	0.01902939293715993	0.02509404330828443
я	0.014756481382694975	0.019459358694103805
з	0.013897631494718874	0.018326794121216065
ь	0.013749599914648459	0.018131585010050633
ы	0.013704256908140403	0.01807179122825221
г	0.012726715032540276	0.016782707638303897
ч	0.012057238877627227	0.01589987003645662
б	0.011362423983783208	0.014983618262427873
й	0.008849887976101568	0.011670339294538893
х	0.006569401472314094	0.008663063798206538
ж	0.006520057612290622	0.008597994094484727
ш	0.005874586578470073	0.007746812024177791
ю	0.004507628294036061	0.005944205367019509
э	0.004070201643017177	0.005367371236728858
ц	0.0026992425050677477	0.003559488657647185
щ	0.0021617945161634482	0.0028507564792717823
ф	0.0015923396991358156	0.002099816925509258
ъ	0.00027872612824069137	0.0003675558939961767
ё	3.067321028486077e-05	4.044873474599074e-05

Матриця частот біграм з пробілами і перетинами

Матриця частот біграм з пробілами і перетинами																																					
		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	ы	ь	э	ю	я	ё			
		0.09802	0.00466	0.00521	0.01284	0.00326	0.00574	0.00301	0.00124	0.00414	0.00903	0.00004	0.00941	0.00276	0.00507	0.01257	0.00939	0.01436	0.00390	0.01445	0.00725	0.00299	0.00088	0.00116	0.00031	0.00453	0.00095	0.00007	0.00001	0.00001	0.00007	0.00261	0.00012	0.00162	0.00000		
а		0.01842	0.00002	0.00052	0.00238	0.00047	0.00152	0.00167	0.00089	0.00394	0.00016	0.00076	0.00424	0.00904	0.00243	0.00422	0.00004	0.00069	0.00220	0.00288	0.00366	0.00017	0.00090	0.00018	0.00094	0.00047	0.00022	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.00093	0.00170	0.00000			
б		0.00030	0.00053	0.00001	0.00003	0.00001	0.00001	0.00190	0.00002	0.00001	0.00061	0.00000	0.00010	0.00062	0.00002	0.00027	0.00183	0.00000	0.00102	0.00015	0.00000	0.00077	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00011	0.00017	0.00248	0.00002	0.00001	0.00000	0.00031	0.00000		
в		0.00598	0.00494	0.00000	0.00007	0.00003	0.00026	0.00387	0.00000	0.00039	0.00026	0.00000	0.00020	0.00065	0.00008	0.00095	0.00552	0.00024	0.00061	0.00225	0.00036	0.00072	0.00000	0.00001	0.00005	0.00002	0.00038	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
г		0.00092	0.00086	0.00001	0.00003	0.00002	0.00083	0.00042	0.00000	0.00000	0.00096	0.00000	0.00010	0.00150	0.00001	0.00016	0.00528	0.00000	0.00103	0.00003	0.00001	0.00053	0.00001	0.00000	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
д		0.00110	0.00356	0.00003	0.00059	0.00003	0.00012	0.00410	0.00037	0.00001	0.00200	0.00000	0.00019	0.00067	0.00005	0.00162	0.00276	0.00009	0.00090	0.00438	0.00009	0.00155	0.00000	0.00005	0.00010	0.00009	0.00006	0.00000	0.00001	0.00048	0.00031	0.00001	0.00002	0.00027	0.00000		
е		0.01563	0.00013	0.00083	0.00197	0.00193	0.00251	0.00131	0.00057	0.00089	0.00016	0.00186	0.00118	0.00414	0.00386	0.00620	0.00031	0.00078	0.00585	0.00055	0.00509	0.00009	0.00002	0.00030	0.00035	0.00119	0.00091	0.00040	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001	0.00013	0.00013	0.00000		
ж		0.00027	0.00086	0.00001	0.00001	0.00000	0.00057	0.00245	0.00000	0.00000	0.00093	0.00000	0.00014	0.00002	0.00000	0.00084	0.00012	0.00000	0.00000	0.00009	0.00000	0.00017	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
з		0.00134	0.00438	0.00009	0.00088	0.00022	0.00087	0.00068	0.00007	0.00000	0.00063	0.00000	0.00035	0.00018	0.00041	0.00147	0.00073	0.00000	0.00034	0.00003	0.00001	0.00036	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00001	0.00056	0.00010	0.00001	0.00001	0.00015	0.00000		
и		0.01482	0.00033	0.00043	0.00156	0.00079	0.00130	0.00221	0.00024	0.00226	0.00087	0.00137	0.00233	0.00372	0.00243	0.00274	0.00024	0.00022	0.00089	0.00499	0.00357	0.00002	0.00016	0.00180	0.00059	0.00143	0.00061	0.00009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00033	0.00162	0.00000		
й		0.00725	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00005	0.00003	0.00007	0.00030	0.00002	0.00000	0.00001	0.00052	0.00017	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00010	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
к		0.00424	0.00682	0.00000	0.00027	0.00000	0.00004	0.00064	0.00015	0.00003	0.00283	0.00000	0.00004	0.00065	0.00001	0.00053	0.00801	0.00000	0.00131	0.00038	0.00072	0.00122	0.00001	0.00000	0.00006	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00106	0.00000	0.00000		
л		0.00392	0.00704	0.00003	0.00017	0.00009	0.00009	0.00425	0.00025	0.00007	0.00773	0.00000	0.00027	0.00150	0.00004	0.00027	0.00460	0.00003	0.00001	0.00055	0.00025	0.00110	0.00003	0.00000	0.00000	0.00014	0.00003	0.00000	0.00002	0.00064	0.00394	0.00001	0.00092	0.00183	0.00000		
м		0.00726	0.00250	0.00005	0.00003	0.00002	0.00000	0.00315	0.00000	0.00001	0.00246	0.00000	0.00008	0.00018	0.00009	0.00120	0.00277	0.00011	0.00003	0.00016	0.00001	0.00140	0.00000	0.00000	0.00002	0.00006	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00003	0.00002	0.00038	0.00000		
н		0.00240	0.00910	0.00001	0.00003	0.00050	0.00021	0.00778	0.00000	0.00003	0.00728	0.00000	0.00034	0.00000	0.00000	0.00228	0.00869	0.00000	0.00010	0.00071	0.00077	0.00180	0.00001	0.00002	0.00031	0.00017	0.00002	0.00012	0.00000	0.00309	0.00088	0.00000	0.00011	0.00116	0.00000		
о		0.01726	0.00002	0.00298	0.00526	0.00412	0.00163	0.00163	0.00156	0.00121	0.00083	0.00330	0.00175	0.00656	0.00447	0.00556	0.00019	0.01223	0.00582	0.00485	0.00535	0.00009	0.00015	0.00336	0.00008	0.00154	0.00068	0.00014	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00015	0.00017	0.00050	0.00000	
п		0.00015	0.00129	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00218	0.00000	0.00000	0.00120	0.00000	0.00006	0.00059	0.00000	0.00009	0.00741	0.00002	0.00583	0.00009	0.00007	0.00063	0.00000	0.00000	0.00002	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
р		0.00096	0.00639	0.00005	0.00038	0.00019	0.00039	0.00528	0.00031	0.00001	0.00432	0.00000	0.00069	0.00018	0.00028	0.00092	0.00833	0.00010	0.00111	0.00032	0.00059	0.00218	0.00002	0.00011	0.00015	0.00016	0.00016	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
с		0.00281	0.00309	0.00007	0.00120	0.00001	0.00013	0.00316	0.00001	0.00001	0.00135	0.00000	0.00439	0.00283	0.00087	0.00118	0.00268	0.00152	0.00022	0.00073	0.00912	0.00086	0.00009	0.00022	0.00008	0.00021	0.00004	0.00000	0.00004	0.00049	0.00236	0.00003	0.00012	0.00282	0.00000		
т		0.00588	0.00485	0.00002	0.00233	0.00003	0.00009	0.00459	0.00000	0.00003	0.00373	0.00000	0.00047	0.00018	0.00007	0.00095	0.01061	0.00006	0.00275	0.00156	0.00016	0.00120	0.00000	0.00001	0.00003	0.00009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
у		0.00482	0.00006	0.00049	0.00043	0.00080	0.00171	0.00030	0.00070	0.00022	0.00008	0.00009	0.00065	0.00101	0.00106	0.00028	0.00004	0.00045	0.00066	0.00106	0.00127	0.00000	0.00000	0.00039	0.00001	0.00083	0.00033	0.00031	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
ф		0.00009	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00011	0.00000	0.00000	0.00046	0.00000	0.00001	0.00003	0.00001	0.00000	0.00045	0.00000	0.00013	0.00003	0.00001	0.00006	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
х		0.00333	0.00043	0.00000	0.00019	0.00001	0.00000	0.00008	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00007	0.00011	0.00013	0.00169	0.00000	0.00016	0.00002	0.00002	0.00012	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
ц		0.00039	0.00067	0.00000	0.00007	0.00000	0.00000	0.00053	0.00000	0.00000	0.00057	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00011	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000		
ч		0.00014	0.00218	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00343	0.00000	0.00000	0.00156	0.00000	0.00032	0.00003	0.00000	0.00099	0.00004	0.00000	0.00003	0.00001	0.00242	0.00057	0.00000	0.00000	0.00000	0.00012	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002		
ш		0.00014	0.00075	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00146	0.00000	0.00000	0.00103	0.00000	0.00036	0.00050	0.00009	0.00018	0.00023	0.00001	0.00000	0.00000	0.00005	0.00019	0.00000	0.0												

Матриця частот біграм з пробілами без перетинів

Матриця частот біграм з пробілами без перетинів																																		
	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	ы	ь	э	ю	я	ё	
	0.09802	0.00466	0.00521	0.01284	0.00326	0.00574	0.00301	0.00124	0.00414	0.00903	0.00004	0.00941	0.00276	0.00507	0.01257	0.00939	0.01436	0.00390	0.01445	0.00725	0.00299	0.00088	0.00116	0.00031	0.00453	0.00095	0.00007	0.00001	0.00001	0.00007	0.00261	0.00012	0.00162	0.00000
а	0.01842	0.00002	0.00052	0.00238	0.00047	0.00152	0.00167	0.00089	0.00394	0.00016	0.00076	0.00424	0.00904	0.00243	0.00422	0.00004	0.00069	0.00220	0.00288	0.00366	0.00021	0.00017	0.00090	0.00018	0.00094	0.00047	0.00022	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.00093	0.00170	0.00000
б	0.00030	0.00053	0.00001	0.00003	0.00001	0.00001	0.00190	0.00002	0.00001	0.00061	0.00000	0.00010	0.00062	0.00002	0.00027	0.00183	0.00000	0.00102	0.00015	0.00000	0.00077	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00011	0.00017	0.00248	0.00002	0.00001	0.00000	0.00031	0.00000
в	0.00598	0.00494	0.00000	0.00007	0.00003	0.00026	0.00387	0.00000	0.00039	0.00226	0.00000	0.00020	0.00065	0.00008	0.00095	0.00552	0.00024	0.00061	0.00225	0.00036	0.00072	0.00000	0.00001	0.00005	0.00002	0.00038	0.00000	0.00000	0.00161	0.00014	0.00000	0.00000	0.00037	0.00000
г	0.00092	0.00086	0.00001	0.00003	0.00002	0.00083	0.00042	0.00000	0.00000	0.00096	0.00000	0.00010	0.00150	0.00001	0.00016	0.00528	0.00000	0.00103	0.00003	0.00001	0.00053	0.00001	0.00000	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
д	0.00110	0.00356	0.00003	0.00059	0.00003	0.00012	0.00410	0.00037	0.00001	0.00200	0.00000	0.00019	0.00067	0.00005	0.00162	0.00276	0.00009	0.00090	0.00038	0.00009	0.00155	0.00000	0.00005	0.00010	0.00009	0.00006	0.00000	0.00001	0.00048	0.00031	0.00001	0.00002	0.00027	0.00000
е	0.01563	0.00013	0.00083	0.00197	0.00193	0.00251	0.00131	0.00057	0.00089	0.00016	0.00186	0.00118	0.00414	0.00386	0.00620	0.00031	0.00078	0.00585	0.00455	0.00509	0.00009	0.00002	0.00030	0.00035	0.00119	0.00091	0.00040	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00013	0.00000	0.00000
ж	0.00027	0.00086	0.00001	0.00001	0.00000	0.00057	0.00245	0.00000	0.00000	0.00093	0.00000	0.00014	0.00002	0.00000	0.00084	0.00012	0.00000	0.00000	0.00009	0.00000	0.00017	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
з	0.00134	0.00438	0.00009	0.00088	0.00022	0.00087	0.00068	0.00007	0.00000	0.00063	0.00000	0.00035	0.00018	0.00041	0.00147	0.00073	0.00000	0.00034	0.00003	0.00001	0.00036	0.00000	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00001	0.00056	0.00010	0.00001	0.00001	0.00015	0.00000
и	0.01482	0.00033	0.00043	0.00156	0.00079	0.00130	0.00221	0.00024	0.00226	0.00087	0.00137	0.00233	0.00372	0.00243	0.00274	0.00024	0.00022	0.00089	0.00499	0.00357	0.00002	0.00016	0.00180	0.00059	0.00143	0.00061	0.00009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00033	0.00162	0.00000
й	0.00725	0.00000	0.00001	0.00001	0.00000	0.00015	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00005	0.00003	0.00007	0.00030	0.00002	0.00000	0.00001	0.00052	0.00017	0.00000	0.00000	0.00000	0.00004	0.00010	0.00010	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
к	0.00424	0.00682	0.00000	0.00027	0.00000	0.00004	0.00064	0.00015	0.00003	0.00283	0.00000	0.00004	0.00065	0.00001	0.00053	0.00081	0.00000	0.00131	0.00038	0.00072	0.00122	0.00001	0.00000	0.00006	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00106	0.00000	0.00000	0.00000
л	0.00392	0.00704	0.00003	0.00017	0.00009	0.00009	0.00425	0.00025	0.00007	0.00773	0.00000	0.00027	0.00150	0.00004	0.00027	0.00460	0.00003	0.00001	0.00055	0.00025	0.00110	0.00003	0.00000	0.00000	0.00014	0.00003	0.00000	0.00002	0.00064	0.00394	0.00001	0.00092	0.00183	0.00000
м	0.00726	0.00250	0.00005	0.00003	0.00002	0.00000	0.00315	0.00000	0.00001	0.00246	0.00000	0.00008	0.00018	0.00009	0.00120	0.00277	0.00011	0.00003	0.00016	0.00001	0.00140	0.00000	0.00000	0.00002	0.00006	0.00000	0.00000	0.00000	0.00126	0.00006	0.00003	0.00002	0.00038	0.00000
н	0.00240	0.00910	0.00001	0.00003	0.00050	0.00021	0.00778	0.00000	0.00003	0.00728	0.00000	0.00034	0.00000	0.00000	0.00228	0.00689	0.00000	0.00010	0.00071	0.00077	0.00180	0.00001	0.00002	0.00031	0.00017	0.00002	0.00012	0.00000	0.00309	0.00088	0.00000	0.00011	0.00116	0.00000
о	0.01726	0.00002	0.00298	0.00526	0.00412	0.00437	0.00163	0.00156	0.00121	0.00083	0.00330	0.00175	0.00656	0.00447	0.00556	0.00019	0.00123	0.00582	0.00485	0.00535	0.00009	0.00015	0.00036	0.00008	0.00154	0.00068	0.00014	0.00000	0.00000	0.00000	0.00015	0.00017	0.00050	0.00000
п	0.00015	0.00129	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00218	0.00000	0.00000	0.00120	0.00000	0.00006	0.00059	0.00000	0.00009	0.00741	0.00002	0.00583	0.00009	0.00007	0.00063	0.00000	0.00000	0.00002	0.00002	0.00000	0.00000	0.00000	0.00027	0.00003	0.00001	0.00000	0.00016	0.00000
р	0.00096	0.00639	0.00005	0.00038	0.00019	0.00039	0.00528	0.00031	0.00001	0.00432	0.00000	0.00069	0.00018	0.00028	0.00092	0.00833	0.00010	0.00111	0.00032	0.00059	0.00218	0.00002	0.00011	0.00015	0.00016	0.00016	0.00001	0.00000	0.000150	0.00043	0.00005	0.00010	0.00075	0.00000
с	0.00281	0.00309	0.00007	0.00120	0.00001	0.00013	0.00316	0.00001	0.00001	0.00135	0.00000	0.00439	0.00283	0.00087	0.00118	0.00268	0.00152	0.00022	0.00073	0.00912	0.00086	0.00009	0.00022	0.00008	0.00021	0.00004	0.00000	0.00004	0.00049	0.00236	0.00003	0.00012	0.00282	0.00000
т	0.00588	0.00485	0.00002	0.00233	0.00003	0.00009	0.00459	0.00000	0.00003	0.00373	0.00000	0.00047	0.00018	0.00007	0.00095	0.01061	0.00006	0.00275	0.00156	0.00016	0.00120	0.00000	0.00001	0.00003	0.00009	0.00000	0.00000	0.00000	0.00015	0.00434	0.00000	0.00003	0.00037	0.00000
у	0.00482	0.00006	0.00049	0.00043	0.00080	0.00171	0.00030	0.00070	0.00022	0.00008	0.00009	0.00065	0.00101	0.00106	0.00028	0.00004	0.00045	0.00066	0.00106	0.00127	0.00000	0.00000	0.00039	0.00001	0.00083	0.00033	0.00031	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.00090	0.00005	0.00000
ф	0.00009	0.00015	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00011	0.00000	0.00000	0.00046	0.00000	0.00001	0.00003	0.00001	0.00000	0.00045	0.00000	0.00013	0.00003	0.00001	0.00006	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00002	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
х	0.00333	0.00043	0.00000	0.00019	0.00001	0.00000	0.00008	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00007	0.00011	0.00013	0.00169	0.00000	0.00016	0.00002	0.00002	0.00012	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
ц	0.00039	0.00067	0.00000	0.00007	0.00000	0.00000	0.00053	0.00000	0.00000	0.00057	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00000	0.00020	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00011	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00013	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
ч	0.00014	0.00218	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00343	0.00000	0.00000	0.00156	0.00000	0.00032	0.00003	0.00000	0.00099	0.00004	0.00000	0.00003	0.00001	0.00242	0.00057	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00012	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00017	0.00000	0.00000	0.00002
ш	0.00014	0.00075	0.00000	0.00003	0.00000	0.00000	0.00046	0.00000	0.00000	0.00103	0.00000	0.00036	0.00050	0.00009	0.00018	0.00023	0.00001	0.00000	0.00000	0.00005	0.00019	0.00000	0.00000	0.00000	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000</						

2. За допомогою програми CoolPinkProgram оцінити значення $H^{(10)}$, $H^{(20)}$, $H^{(30)}$.

$H^{(10)}$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
или_правило_честной_игры_или_порядочного_поведения_или_морали_или_чего_то_

Использованные буквы:
д, _, а, е,

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: и

Символ по счету: 5

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:
 $1,71743121272368 < H < 2,5366396833792$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000000001000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000
00000000010000000000000000000000

Вероятности:

q[1] = 0,56
q[2] = 0,04
q[3] = 0,08
q[4] = 0,06
q[5] = 0,04
q[6] = 0,04
q[7] = 0,02
q[8] = 0
q[9] = 0,02
q[10] = 0,02
q[11] = 0,04
q[12] = 0
q[13] = 0,02
q[14] = 0
q[15] = 0
q[16] = 0
q[17] = 0
q[18] = 0
q[19] = 0
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0,02
q[23] = 0
q[24] = 0,02
q[25] = 0
q[26] = 0,02
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0

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

$H^{(20)}$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
т_быть_эгоистичным_только_ли_к_членам_своей_семьи_или_к_тем_кто_живет_вокруг

Использованные буквы:
к, н, в, п, л, р,

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: т

Символ по счету: 7

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:
 $1,50219035240967 < H < 2,27603171251419$

Двоичная таблица угаданных символов:

10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00100000000000000000000000000000
00000000010000000000000000000000

Вероятности:

q[1] = 0,58
q[2] = 0,12
q[3] = 0,08
q[4] = 0,02
q[5] = 0
q[6] = 0,02
q[7] = 0,02
q[8] = 0,02
q[9] = 0,02
q[10] = 0,04
q[11] = 0
q[12] = 0,02
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0
q[16] = 0
q[17] = 0
q[18] = 0
q[19] = 0,04
q[20] = 0
q[21] = 0
q[22] = 0
q[23] = 0
q[24] = 0
q[25] = 0
q[26] = 0
q[27] = 0
q[28] = 0
q[29] = 0,02
q[30] = 0
q[31] = 0
q[32] = 0

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

$H^{(30)}$

Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:
оторые_он_разделяет_с_другими_телами_и_организмами_но_тот_закон_который_при

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:
 $1,87734626563247 < H < 2,6427539408085$

Двоичная таблица угаданных символов:
10000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00000000001000000000000000000000
000000000000000000000000000001000000
1000000000000000000000000000000000
~~~~~

Вероятности:  
q[1] = 0,48  
q[2] = 0,14  
q[3] = 0,1  
q[4] = 0,02  
q[5] = 0,06  
q[6] = 0,02  
q[7] = 0  
q[8] = 0,04  
q[9] = 0  
q[10] = 0  
q[11] = 0,02  
q[12] = 0,02  
q[13] = 0  
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] = 0,02  
q[23] = 0  
q[24] = 0  
q[25] = 0  
q[26] = 0,04  
q[27] = 0  
q[28] = 0  
q[29] = 0  
q[30] = 0,02  
q[31] = 0  
q[32] = 0

Поле ввода символов:  
Продолжить Другой

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

3. Використовуючи отримані значення ентропії, оцінити надлишковість російської мови в різних моделях джерела.

|            | Энтропия                                  | Надлишковість                               |
|------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $H^{(10)}$ | $1,71743121272368 < H < 2,5366396833792$  | $0,49267206332416 < R < 0,656513757455264$  |
| $H^{(20)}$ | $1,50219035240967 < H < 2,27603171251419$ | $0,544793657497162 < R < 0,699561929518066$ |
| $H^{(30)}$ | $1,87734626563247 < H < 2,6427539408085$  | $0,4714492118383 < R < 0,624530746873506$   |

### Висновок:

Під час виконання даної лабораторної роботи, ми отримали практичні навички з підрахунку ентропії та надлишковості, ознайомились з програмою CoolPinkProgram і завдяки ній обрахували значення  $H^{(10)}$ ,  $H^{(20)}$ ,  $H^{(30)}$ .