

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Фізико-технічний інститут

Криптографія  
Комп'ютерний практикум No1

Виконав:  
студент групи ФБ-05  
Ємельянов Р.

Київ - 2022

## **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.

## **Постановка задачі:**

Написати програми для порахувати частот букв і частот біграм в тексті, також для підрахунку  $H_1$  та  $H_2$ . Підрахувати частоти букв та біграм, а також значення  $H_1$  та  $H_2$  на довільно обраному тексті російською мовою достатньої довжини. Знайти  $H_1$  та  $H_2$  на тому ж тексті, в якому вилучено всі пробіли. Використавши CoolPinkProgram оцінити значення  $H(10)$ ,  $H(20)$ ,  $H(30)$ .

## **Хід роботи:**

Спершу виконати обробку початкового тексту(перевести усі символи у нижній регістр, видалити повторні пробіли, видалити символи окрім літер та пробілів) та в результаті отримати 2 змінні з даними з пробілами та без відповідно. Написати функції підрахунку частоти біграм та перехресних біграм.

Далі написати функції для обчислення надлишковості та ентропії, формули яких наведені у методичці.

Останнє, реалізувати функції збереження отриманих даних у відповідні .xlsx. для цього було використано додаткові модулі.

	0
а	0.07335
б	0.0118
в	0.03505
г	0.01635
д	0.02877
е	0.06769
ё	0
э	0.00248
ж	0.00842
з	0.01746
и	0.05941
ы	0.01732
й	0.01249
к	0.03133
л	0.04361
м	0.02712
н	0.05079
о	0.09426
п	0.02422
р	0.03574
с	0.03975
т	0.04734
у	0.02256
ф	0.00152
х	0.00759
ц	0.00269
ч	0.01214
ш	0.00938
щ	0.00228
ъ	0.00007
ь	0.01532
ю	0.00359
я	0.01691
	0.16119

	0
а	0.08745
б	0.01407
в	0.04179
г	0.0195
д	0.0343
е	0.0807
ё	0
э	0.00296
ж	0.01004
з	0.02081
и	0.07083
ы	0.02065
й	0.01489
к	0.03735
л	0.05199
м	0.03233
н	0.06055
о	0.11237
п	0.02887
р	0.04261
с	0.04738
т	0.05643
у	0.0269
ф	0.00181
х	0.00905
ц	0.00321
ч	0.01448
ш	0.01119
щ	0.00271
ъ	0.00008
ь	0.01826
ю	0.00428
я	0.02015

Перші 2 таблиць демонструють частоти букв з пробілами та без відповідно

	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	0.00083	0.0029	0.0011	0.00131	0.00021	0	0	0.00131	0.00352	0.00007	0	0.00324	0.0038	0.00959	0.00304	0.00255	0.00014	0.00124	0.002	0.00428	0.004	0.00028	0	0.00097	0.00014	0.00083	0.00062	0.00035	0	0	0.00035	0.00276	0.02194
б	0.00021	0	0	0	0	0.00214	0	0	0	0	0.00555	0.00366	0	0.00007	0.00009	0	0.00028	0.00186	0	0.00104	0.00021	0	0.00069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00007	0.00014
в	0.00504	0	0.00007	0	0.00062	0.00476	0	0	0	0.00014	0.00283	0.00173	0	0.00041	0.00035	0.00021	0.00069	0.00476	0.00035	0.00214	0.00014	0.0011	0	0.00028	0	0	0.0011	0	0	0.00021	0	0.00048	0.0069	
г	0.00179	0	0	0.00117	0.00021	0	0	0	0.00083	0	0	0.00041	0.00242	0	0.00021	0.00531	0	0.00179	0	0	0.00124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0009	
д	0.00449	0	0.00193	0	0.00524	0	0	0.00007	0.00228	0.00069	0	0.00048	0.00062	0	0.00159	0.00524	0.00021	0.00097	0.00021	0.00035	0.0009	0	0.00007	0.00014	0	0.00014	0	0.00007	0.00028	0	0.00041	0.00242	0.0009	
е	0.00014	0.0009	0.00248	0.00255	0.00166	0	0	0.00076	0.00193	0.00007	0	0.00276	0.00152	0.00455	0.00282	0.00511	0.00014	0.00069	0.00621	0.00338	0.0049	0.00014	0.00048	0.00069	0.00028	0.00041	0.00048	0.00076	0	0	0	0.01912		
ё	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	0	0	0	0	0	0	
з	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ж	0.0011	0	0	0	0.00076	0.00311	0	0	0	0.00173	0	0	0	0	0	0.00117	0.00007	0	0	0	0	0.00028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00021	
з	0.00573	0.00007	0.00138	0.00041	0.00117	0.00104	0	0	0.00007	0.00007	0.00076	0.00007	0	0.00041	0.00048	0.00055	0.00159	0.00062	0.00014	0.00021	0	0.00028	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00007	0.00007	0.00027	
и	0.00007	0.00041	0.00221	0.00124	0.00152	0.002	0	0	0.00097	0.00304	0.00062	0	0.00083	0.00228	0.00483	0.00221	0.004	0.00007	0.00062	0.00076	0.00331	0.00228	0	0.00007	0.002	0.00104	0.0011	0.00076	0.00007	0	0	0.00007	0.00083	0.02022
ы	0	0	0.00083	0	0.00007	0.00235	0	0	0.00007	0.00007	0	0	0.00179	0.00014	0.00242	0.00131	0	0	0.00014	0.00014	0.00009	0.00007	0	0	0.00104	0	0.00007	0.00124	0	0	0	0	0.0038	
й	0	0	0	0	0.00021	0.00014	0	0	0	0.00014	0	0	0	0.00014	0	0	0.00035	0	0.00014	0	0.00007	0.00041	0	0.00007	0	0	0.00007	0.00021	0	0	0	0.00007	0.00248	0.008
к	0.00828	0	0.00055	0	0.00035	0	0	0	0	0.00386	0	0	0.00007	0.00076	0	0.00069	0.00669	0	0.00373	0.00007	0.0009	0.00166	0	0.00007	0	0.00007	0	0	0	0	0	0	0.00359	
л	0.00973	0	0.00007	0.00014	0	0.00483	0	0	0.00014	0	0.00738	0.00152	0	0.00028	0.00014	0	0.00028	0.00738	0.00014	0	0.0009	0.00007	0.00152	0	0	0	0	0	0	0.00317	0.00104	0.00159	0.00324	
м	0.00566	0	0.00007	0.00014	0	0.00276	0	0	0	0.0038	0.00076	0	0.00055	0.00035	0.00028	0.00117	0.004	0	0.00007	0	0.00117	0.00007	0.00007	0	0	0	0	0	0	0.00014	0	0.00028	0.00573	
н	0.01139	0	0	0	0	0.00876	0	0	0.00007	0.00007	0.00656	0.0049	0	0.00035	0	0	0.00248	0.00876	0	0	0.00014	0.00055	0.00255	0	0	0.00014	0	0	0	0	0.00097	0.00014	0.00145	0.00152
о	0	0.00214	0.00421	0.00573	0.00628	0.00104	0	0	0.00235	0.0011	0.00097	0	0.00386	0.00242	0.00511	0.00573	0.00628	0.00014	0.00138	0.0058	0.00545	0.00676	0	0.00014	0.00083	0.00007	0.00324	0.0009	0.00021	0	0	0.00041	0.02194	
п	0.00145	0	0	0	0.00269	0	0	0	0.00069	0.00041	0	0.00041	0.00117	0	0.00021	0.01077	0	0.00007	0.00007	0.00014	0.00104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00007	0.00014	0	
р	0.00635	0	0.00035	0.00007	0.00007	0.00614	0	0	0.00041	0	0.00442	0.00221	0	0.00041	0	0.00007	0.00097	0.00842	0	0	0.00007	0.00104	0.00214	0	0	0.00007	0.00007	0.00007	0	0	0.00035	0	0.00124	0.00083
с	0.00076	0.00014	0.00138	0.00007	0.00007	0.00324	0	0	0	0.0009	0.00035	0.00269	0.00269	0.00097	0.0009	0.00214	0.00097	0.00097	0.00041	0.01097	0.00035	0.00007	0.00021	0.00007	0.00021	0.00007	0	0.0049	0.00014	0.00262	0.00248	0	0	
т	0.00524	0	0.00117	0	0.00021	0.00414	0	0	0	0.00483	0.00076	0	0.0009	0.00028	0.00014	0.00173	0.01373	0	0.00029	0.00069	0	0.00152	0	0.00007	0.00007	0.00014	0	0	0.00482	0	0.00028	0.00393		
у	0	0.00041	0.00048	0.0011	0.00117	0.00021	0	0	0.00124	0.00055	0.00007	0	0.00021	0.00131	0.00228	0.00083	0.00021	0	0.00083	0.00028	0.00145	0.00173	0	0	0.00028	0	0.00097	0.00083	0.00021	0	0	0.00124	0.00469	
ф	0.00021	0	0	0	0.00014	0	0	0	0.00021	0.00007	0	0	0	0	0	0	0.0009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
х	0.00041	0	0.00007	0	0	0	0	0	0.00014	0	0	0	0	0.00014	0	0.00035	0.00242	0	0.00014	0	0.00014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0038	
ц	0.00035	0	0.00055	0	0.00055	0	0	0	0.00014	0.00021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00028	
ч	0.00179	0	0	0	0.00276	0	0	0	0.00152	0	0.00159	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0	0.00297	0.00041	0	0	0	0	0.00014	0	0	0.00007	0	0	0	
ш	0.00152	0	0	0	0.00166	0	0	0	0.0029	0	0.00069	0.0009	0	0.00048	0.00041	0.00007	0	0	0.00041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00035	0	0	0	
щ	0.00048	0	0	0	0.00117	0	0	0	0.00048	0	0	0	0	0	0.00007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ъ	0	0	0	0	0.00007	0	0	0	0.00007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ь	0	0.00007	0.00007	0.00007	0.00028	0	0	0	0.00014	0.00007	0	0	0.00076	0	0	0.00083	0	0	0	0.0011	0.00007	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0.00007	0.00104	0	0	0.00035	0.00028	0.01008
ю	0	0.00028	0	0	0.00028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00007	0	0	0	0	0.00057	0	0	0	0	0	0	0.00041	0.00007	0.00035	0	0	0.00014	0	0.0193
я	0	0.00028	0	0.00028	0	0.00069	0	0	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00011	0.00007	0.00062	0.00069	0	0	0.00048	0.00062	0.00097	0	0	0.00014	0	0.00007	0	0	0	0.00021	0	0	0.00021	0.00193
а	0.00117	0.00656	0.01401	0.00373	0.01021	0.00407	0	0.000235	0.00097	0.00649	0.01056	0	0.00918	0.00262	0.00849	0.01518	0.01008	0.01691	0.004	0.01422	0.00566	0.00421	0.00055	0.00097	0.00062	0.00442	0.00145	0	0	0	0.00131	0.00124	0	

	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	0.00016	0.00214	0.00592	0.00197	0.00337	0.00066	0	0.00033	0.00156	0.00559	0.00181	0	0.00387	0.00617	0.01185	0.00477	0.00568	0.00173	0.00378	0.00313	0.00683	0.00617	0.00123	0	0.00123	0.00016	0.00189	0.00115	0.00041	0	0	0.00041	0.00346	
б	0.00025	0	0	0	0	0.00255	0	0.00008	0	0	0.00066	0.00436	0	0.00008	0.00107	0	0.00033	0.0023	0	0.00123	0.00025	0	0.00082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00008	
в	0.00601	0.00008	0.00033	0.00041	0.00099	0.00592	0	0.00016	0	0.00049	0.00395	0.00206	0	0.00123	0.00066	0.00074	0.00148	0.00642	0.00173	0.00049	0.00362	0.0009	0.00148	0	0.00041	0	0.00008	0.00132	0	0	0	0.00025	0.00058	
г	0.00214	0	0	0	0.00156	0.00025	0	0	0	0.00008	0.00123	0	0	0.00049	0.00288	0.00008	0.00058	0.00633	0	0.00214	0.00008	0	0.00148	0.00008	0	0	0.00008	0	0	0	0	0	0	
д	0.00535	0	0.00023	0.00016	0.00033	0.00025	0	0.00016	0	0.00016	0.0028	0.00082	0	0.00074	0.00074	0	0.00283	0.00568	0.00058	0.00123	0.00041	0.00041	0.00115	0	0.00016	0.00016	0	0.00025	0	0.00008	0.00033	0	0.00049	
е	0.00033	0.0023	0.00485	0.00387	0.00469	0.00255	0	0.00016	0.00099	0.00387	0.00132	0	0.00329	0.00296	0.00559	0.00444	0.00732	0.00189	0.00313	0.00782	0.00683	0.00683	0.00082	0.00074	0.00082	0.00058	0.00099	0.00066	0.0009	0	0	0.00016		
ё	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	0	0	0	0	0	0	
э	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00288	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ж	0.00132	0	0.00016	0	0.0009	0.0037	0	0	0	0.00008	0.00206	0	0	0	0	0	0.0014	0.00008	0	0	0	0	0	0	0.00033	0	0	0	0	0	0	0	0	0
з	0.00583	0.00016	0.00181	0.00049	0.00173	0.00132	0	0	0.00008	0.00016	0.0009	0.00008	0	0.0009	0.00066	0.00074	0.0023	0.00074	0.00049	0.00025	0	0.0005	0.00033	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00025	
и	0.00016	0.00115	0.00543	0.00181	0.00313	0.0028	0	0.00049	0.0014	0.00428	0.00222	0	0.00099	0.00436	0.00617	0.00387	0.00716	0.00189	0.00378	0.0014	0.00617	0.00354	0.00058	0.00008	0.00025	0.00132	0.00173	0.00107	0.00008	0	0	0.00008	0.00115	
ы	0	0.00008	0.00181	0.00016	0.00041	0.00304	0	0	0.00008	0.00016	0.00041	0	0.00214	0.00033	0.00296	0.00165	0.00025	0.00008	0.00008	0.00033	0.00148	0.00123	0.00016	0	0.00123	0.00016	0.00016	0.00148	0	0	0	0.00008	0.00115	
й	0.00033	0.00025	0.00074	0.00041	0.0009	0.00041	0	0	0.00008	0.00041	0.00058	0	0	0.00082	0.00041	0.00016	0.0009	0.00074	0.00099	0.00033	0.00099	0.00107	0	0.00033	0.00016	0.00016	0.00016	0.00048	0	0	0	0.00008	0.00296	
к	0.00987	0.00041	0.00115	0	0.00033	0.00058	0	0.00008	0.00008	0.00016	0.00494	0	0	0.00016	0.0009	0.00016	0.00115	0.00806	0.00058	0.00452	0.00049	0.00107	0.00206	0	0	0.00008	0.00033	0.00016	0	0	0	0.00008	0.00016	
л	0.0116	0.00016	0.00008	0.00041	0.00008	0.00061	0	0.00008	0.00016	0.00008	0.00905	0.00181	0	0.00033	0.00016	0.00041	0.00066	0.0093	0.00041	0.00016	0.00156	0.00008	0.00197	0	0.00008	0.00008	0.00016	0.00016	0	0	0.00378	0.00189	0.00123	
м	0.00675	0.00025	0.00066	0.00041	0.0009	0.00354	0	0.00008	0	0	0.00518	0.0009	0	0.00099	0.00041	0.00082	0.00206	0.0051	0.00066	0.00008	0.00041	0.00016	0.00185	0.00008	0.00008	0	0.00049	0	0	0	0.00016	0.00041		
н	0.01357	0.00025	0	0	0.00008	0	0	0.00008	0.00008	0.00798	0.00584	0	0.00058	0	0.00016	0.00313	0.01061	0.00016	0	0.00058	0.00066	0.00313	0	0	0.00016	0	0	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00016	0.00173	
о	0.00016	0.00395	0.00708	0.00708	0.00905	0.00189	0	0.00058	0.00288	0.00206	0.00337	0	0.00436	0.00387	0.00583	0.00684	0.00971	0.00148	0.00436	0.00749	0.00913	0.00897	0.00066	0.00016	0.00107	0.00016	0.00485	0.0014	0.00025	0	0	0.0009		
п	0.00073	0	0	0	0	0.00321	0	0	0	0	0.00982	0.00049	0	0.00049	0.0014	0	0.00025	0.01283	0	0.00592	0.00008	0.00016	0.00123	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00008	0.00016	
р	0.00757	0	0.00058	0.00025	0.00008	0.00732	0	0	0.00049	0.00016	0.00535	0.00263	0	0.00074	0.00008	0.00008	0.00115	0.01012	0	0	0.00008	0.00123	0.00255	0	0	0.00008	0.00008	0.00008	0	0	0.00041	0.00148		
с	0.0009	0.00025	0.00165	0.00016	0.00025	0.00387	0	0	0	0.00123	0.00041	0	0.00346	0.00296	0.0014	0.00181	0.00263	0.00156	0.00025	0.00074	0.01316	0.00041	0.00008	0.00033	0.00008	0.00025	0.00033	0.00008	0	0.00584	0.00016	0.00313		
т	0.00625	0.00025	0.00165	0	0.00049	0.00527	0	0.00025	0.00016	0.00041	0.00592	0.0009	0	0.00132	0.00049	0.00058	0.00283	0.01654	0.00016	0.00354	0.00107	0.00008	0.00189	0.00008	0.00016	0.00008	0.00033	0.00008	0	0.00551	0	0.00033		
у	0.00008	0.00066	0.00115	0.0014	0.00165	0.00058	0	0	0.00156	0.00099	0.00033	0	0.00025	0.00173	0.00271	0.00156	0.0009	0.00041	0.00148	0.00049	0.00197	0.00222	0.00008	0.00008	0.00033	0	0.00148	0.00099	0.00025	0	0	0.00148	0.00008	
ф	0.00025	0	0	0	0	0.00016	0	0	0	0	0.00025	0.00008	0	0	0	0	0.00107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00008	
х	0.00049	0.00008	0.00058	0	0.00041	0.00008	0	0	0.00008	0.00025	0.00041	0	0	0.00033	0.00025	0.00025	0.0009	0.00304	0.00066	0.00033	0.00033	0	0.00025	0	0.00008	0.00008	0.00008	0	0	0	0	0.00008	0.00008	
ц	0.00041	0	0.00074	0	0	0.00066	0	0	0	0	0.00025	0.00025	0	0	0.00016	0	0	0.00016	0	0	0	0	0	0.00058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ч	0.00214	0	0	0	0	0.00329	0	0	0	0.00181	0	0	0	0.00188	0.00008	0	0	0.00008	0	0	0.00354	0.00049	0	0	0	0.00016	0	0	0	0	0	0.00008	0	0
ш	0.00181	0	0	0.00197	0	0	0	0	0.00346	0	0	0.00058	0	0.00082	0.00107	0	0	0.00058	0.00049	0.00008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00041	0	0
щ	0.00058	0	0	0	0	0.0014	0	0	0	0.00058	0	0	0	0	0.00008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ъ	0	0	0	0	0	0.00008	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	0
ь	0.00025	0.00074	0.0009	0.00016	0.0009	0.00074	0	0.00033	0.00008	0.00066	0.00115	0	0	0.00156	0.00008	0.00049	0.0023	0.00066	0.00123	0.00025	0.00239	0.00049	0.00033	0.00008	0.00008	0	0.00041	0.00123	0	0	0	0.00041	0.00033	
ю	0	0.00041	0.00016	0.00008	0.00041	0	0	0	0.00008	0	0.00025	0	0	0.00025	0	0.00025	0.00025	0.00016	0.00008	0.00016	0.00008	0.00008	0.00041	0	0	0.00049	0.00008	0.00008	0.00041	0	0	0.00016	0.00008	
я	0.00016	0.00049	0.00206	0.00016	0.00173	0.00016	0	0.00008	0.00016	0.00066	0.00058	0	0	0.00074	0.00148	0.00107	0.00189	0.00099	0.00197	0.00115	0.00173	0.00123	0.00025	0	0.00025	0	0.00041	0.00008	0.00033	0	0	0	0.00033	

На першій таблиці - біграми з пробілами, на другій - без пробілів відповідно

	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	0.00048	0.00145	0.00062	0.00009	0.00014	0	0	0.00062	0.00186	0	0	0.00152	0.00214	0.00442	0.00145	0.00173	0.00007	0.00083	0.00097	0.00021	0.00166	0.00014	0	0.00055	0	0.00048	0.00028	0.00021	0	0	0.00021	0.00138	0.01125
б	0.00007	0	0	0	0	0.0009	0	0	0	0.00021	0.002	0	0.00007	0.00041	0	0.00028	0.00083	0	0.00048	0.00007	0.00027	0.00041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00007	0.00014
в	0.00255	0	0	0.00016	0.00228	0	0	0	0.00014	0.00173	0.00078	0	0.00021	0.00021	0.00014	0.00028	0.00028	0.00014	0.00097	0.00014	0.00007	0.00014	0	0	0.00062	0	0	0.00062	0	0	0.00007	0	0.00021	0.00352
г	0.00117	0	0	0	0.00048	0.00014	0	0	0	0.00041	0	0	0.00028	0.00016	0	0.00007	0.00242	0	0.00083	0	0	0.00076	0	0	0	0	0	0.00007	0	0	0	0	0	0.00021
д	0.00214	0	0.00083	0	0	0.00214	0	0	0.00131	0.00028	0	0.00021	0.00028	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	0.00007	0.00048	
е	0.00041	0.00138	0.00117	0.00014	0.00007	0.00097	0	0.00055	0.0009	0	0.00117	0.00055	0.00242	0.00124	0.00242	0.00007	0.00035	0.000317	0.00179	0.00262	0.00014	0.00021	0.00055	0.00014	0.00021	0.00055	0.00014	0.00028	0.00028	0.0004	0	0	0.0008	
ё	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00007	0	0	0	0	0	0	0.00138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
э	0	0	0	0	0.00041	0.00152	0	0	0	0.00124	0	0	0	0	0	0.00048	0.00007	0	0	0	0	0	0.00014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ж	0.00062	0	0.0009	0.00028	0.0001	0.00062	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00021	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	
з	0.00007	0.00021	0.0009	0.00041	0.00048	0.00104	0	0.00035	0.00104	0.00035	0	0.00055	0.00117	0.00119	0.00083	0.002	0	0.00028	0.00021	0.00052	0.00131	0	0.00083	0.00041	0.00055	0.00041	0.00021	0	0	0.00007	0.00055	0.01021	0.00193	
и	0	0	0.00021	0	0	0.00007	0.00124	0	0	0.00009	0.00007	0.0009	0.00076	0	0	0.00007	0	0.00007	0	0.00055	0.00055	0.00055	0	0.00069	0	0	0.00035	0	0	0	0	0	0.00193	
ы	0	0	0	0	0.00007	0	0	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00007	0	0.00007	0	0.00028	0	0.00007	0	0.00007	0.00028	0	0	0	0	0.00007	0.00014	0	0	0	0.00131	0.00393	
й	0.000346	0.000028	0.000028	0	0.0001	0	0.00007	0	0.00028	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	
к	0.00482	0	0.00007	0.00014	0	0.00282	0	0	0.00352	0.00097	0	0.00021	0.00014	0.00014	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	0.00048	
л	0.00311	0	0.00007	0.00007	0.00007	0.000145	0	0.00013	0.00055	0.00014	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	
м	0.05585	0	0	0	0	0.00007	0	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	0.00014	
н	0	0.00104	0.002	0.00269	0.00331	0.00035	0.00007	0.00011	0.00048	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	
о	0.00069	0	0	0	0	0.00145	0	0	0.00041	0.00021	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	
п	0.00117	0	0.00021	0	0	0.00283	0	0.00014	0.00028	0.00117	0.00021	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	
р	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	
с	0.00021	0	0.00028	0	0	0.00035	0.00035	0	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0	0	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	
т	0.00014	0	0	0	0	0.00031	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	
у	0.00028	0.00021	0.00055	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	0.00062	0.00014	0.00007	
ф	0.00007	0	0	0	0.00007	0	0.00007	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00014	0.00007
х	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	
ц	0.00021	0	0.00028	0	0	0.00035	0.00035	0	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0	0	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	0.00014	0.00007	
ч	0.00104	0	0	0	0	0.00031	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	
ш	0.00069	0	0	0	0	0.00083	0	0.00014	0.00028	0.00117	0.00021	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	0.00017	
щ	0.00028	0	0	0	0.00069	0	0.00021	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	0.00007	0	0.00076	
ъ	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	0	0	0	0	0	0	
ь	0	0	0.00007	0	0	0.00014	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0.00007
ю	0.00007	0.00021	0	0	0.00014	0	0.00007	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0	0	0.00007	0.00007
я	0	0.00021	0	0.00028	0	0.00062	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	0.00007	
а	0.00048	0.00324	0.00745	0.002	0.00528	0.00166	0.00104	0.00041	0.00331	0.00607	0	0.00435	0.00173	0.00562	0.00504	0.00759	0.00173	0.00704	0.0034	0.00235	0.00014	0.00041	0.00028	0.00228	0.00083	0	0	0	0	0	0.00069	0.0004	0.00014	

Отримані значення H та надлишку:

```
Частота букв в таблиці букви.xlsx  
H1=0.12890735037827622  
Надлишковість - 0.9746617608028376  
Частота біграм в таблиці біграми.xlsx  
H2=0.23187836054257893  
Надлишковість - 0.9544216109722797  
Частота перехресних біграм в таблиці перехресні_біграми.xlsx  
H2=0.13056357233626464  
Надлишковість -0.9743362111114356  
Частота букв в таблиці букви_без_пробілів.xlsx  
H1=0.135317650522658  
Надлишковість - 0.9731746474758265  
Частота біграм в таблиці біграми_без_пробілів.xlsx  
H2=0.24831658546191118  
Надлишковість -0.9507737540750499  
Частота перехресних/біграм в таблиці перехресні_біграми_без_пробілів.xlsx  
H2-p = 0.13855605895340434  
Надлишковість - 0.972532665831625
```

Оцінки для H(10), H(20), H(30)

За формулою:

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

Произвольная часть текста:  
нает\_другой\_человек\_и\_тот\_другой\_очень\_редко\_отвечает\_к\_черту\_ваши\_стандарт

Использованные буквы:  
\_, а.

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: o

Символ по счету: 3

Номер эксперимента: 50

Неравенство для энтропии:  
 $2,50902066218767 < H < 3,2146939516467$

Двоичная таблица угаданных символов:

01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000
00100000000000000000000000000000
00100000000000000000000000000000
00100000000000000000000000000000

Поле ввода символов:  
o

Продолжить Другой

Вероятности:

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

$$2.509020 < H(10) < 3.214693$$

$$0.3570614 < R(10) < 0.498196$$

Произвольная часть текста:  
почему\_тогда\_мы\_так\_ревностно\_оправдываем\_свое\_не\_совсем\_порядочное\_поведен

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:  
 $1,6215335118086 < H < 2,21442858227981$

Двоичная таблица угаданных символов:

00000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
00000000000000000000000000000000
01000000000000000000000000000000
10000000000000000000000000000000

Поле ввода символов:

Продолжить Другой

Вероятности:

q[1] = 0,6
q[2] = 0,12
q[3] = 0,06
q[4] = 0
q[5] = 0,02
q[6] = 0
q[7] = 0
q[8] = 0
q[9] = 0,02
q[10] = 0
q[11] = 0
q[12] = 0,02
q[13] = 0
q[14] = 0
q[15] = 0,02
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] = 0,04
q[27] = 0
q[28] = 0,02
q[29] = 0,02
q[30] = 0
q[31] = 0,02
q[32] = 0

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

$$1.621533 < H(20) < 2.214428$$

$$0.5571144 < R(20) < 0.6756934$$

## Лабораторная работа №1

Произвольная часть текста:		Вероятности:	
юшем_когда_бы_вам_ни_встретился_человек_утверждающий_что_он_не_верит_в_реал		q[1] = 0,54 q[2] = 0,1 q[3] = 0,04 q[4] = 0,06 q[5] = 0,02 q[6] = 0,02 q[7] = 0,02 q[8] = 0 q[9] = 0 q[10] = 0,02 q[11] = 0 q[12] = 0,02 q[13] = 0 q[14] = 0,02 q[15] = 0 q[16] = 0 q[17] = 0,02 q[18] = 0 q[19] = 0 q[20] = 0 q[21] = 0 q[22] = 0,02 q[23] = 0,04 q[24] = 0 q[25] = 0 q[26] = 0,02 q[27] = 0 q[28] = 0 q[29] = 0,02 q[30] = 0,02 q[31] = 0 q[32] = 0	
Использованные буквы: _, и, а,			
Порядок n-граммы:	Введенный символ: с	Неравенство для энтропии:	
<input type="radio"/> 5 символов <input type="radio"/> 10 символов <input type="radio"/> 15 символов <input type="radio"/> 20 символов <input checked="" type="radio"/> 25 символов <input type="radio"/> 30 символов <input type="radio"/> 35 символов <input type="radio"/> 40 символов <input type="radio"/> 45 символов <input type="radio"/> 50 символов	Символ по счету: 4	$1,8737994486839 < H < 2,66892637907445$	
	Номер эксперимента: 50	Двоичная таблица угаданных символов:	
	Поле ввода символов: с	<pre> 1000000000000000000000000000000000 ^ 1000000000000000000000000000000000  0000100000000000000000000000000000  1000000000000000000000000000000000  1000000000000000000000000000000000 ~~~~~~           </pre>	
	<input type="button" value="Продолжить"/>	<input type="button" value="Другой"/>	
Строка состояния:			
Вы угадали. Для продолжения опыта нажмите "Продолжить", или "Другой" для выбора другого порядка			

$$1.873799 < H(30) < 2.668926$$

$$0.4662148 < R(30) < 0.6252402$$

## Висновки:

Виконавши цей комп'ютерний практикум я набув практичних навичок щодо оцінки ентропії на символи, порівняв різні моделі джерела відкритого тексту для наближеного визначення ентропії.

Написав програму для підрахунку усіх необхідних для роботи значень, використавши для збереження отриманих результатів модуль, який надає змогу запису даних у .xlsx файл.

За допомогою CoolPinkProgram оцінили значення для Н(10), Н(20), Н(30)